

ENGENHARIA SEM CÓDIGO: AS VANTAGENS DA LINGUAGEM LOW-CODE E NO-CODE

Paulo Henrique Brandão dos Santos

Prof. Dr. Júlio César Ferreira

RESUMO

O presente estudo visa estabelecer os panoramas hodiernos da engenharia sem código, sobretudo em relação aos pontos positivos e as barreiras inerentes aos métodos low-code e no-code. Objetivou-se com esta investigação avaliar quais são os objetivos das linguagens low-code e no-code em aplicações voltadas para as áreas de engenharia e como essa modalidade tende a fortalecer um âmbito abrangente e a composição de uma vantagem competitiva. Justificou-se a abrangência temática pela demanda por maiores estudos de averiguação quanto as oportunidades estabelecidas mediante a validação das metodologias low-code e no-code durante atividades de engenharia e sobre como as tecnologias deste meio são imprescindíveis no período contemporâneo. Para tanto, aplicou-se uma revisão bibliográfica documental e qualitativa norteada por uma pesquisa observacional e exploratória. Destarte, contemplou-se como a área das engenharias pode ser aperfeiçoada a partir das linguagens low e no-code, sobretudo quanto a redução de custos, diminuição da manutenção dos processos e a melhoria na experiência dos usuários.

Palavras-chave: Engenharia sem Código; Linguagem No-Code; Tecnologia Low-Code.

INTRODUÇÃO

A versatilidade decorrente das novas tecnologias mostra-se como um dos elos de maior relevância no cenário hodierno, sobretudo quanto ao alcance das ferramentas de engenharia e a crescente demanda por instrumentos enraizados na confiabilidade.

Os fenômenos da engenharia sem código, por outro lado, condicionam melhorias para incontáveis segmentos, onde a Engenharia Elétrica está posicionada (BRAGA, 2019). Inobstantemente, os avanços tecnológicos são parte fundamental para as industriais e demais produções brasileiras, haja vista que o âmbito globalizado exige uma constante procura por vantagens competitivas.

Dessarte, as metodologias low-code e no-code visam a complementação

quanto a transformação digital para que as organizações possam alcançar seus objetivos tendo como base a substancialidade de ambas as categorias tecnológicas e suas respectivas oportunidades de inovação.

O novo panorama da programação tem contato direto com a Engenharia Elétrica. Em paralelo, esta área ainda enfrenta uma série de adversidades quanto ao uso metodológico das tecnologias digitais deste caráter, muito em função das limitações operacionais, seja por uma menor capacitação ou até mesmo pela falta de investimentos em inovação (BRAGA, 2019).

A ampla demanda pela digitalização antevê ao processo tecnológico e garante que a engenharia sem código possa se desenvolver em um curto período de tempo e avançar entre as ações de engenharia contidas em organizações tanto de pequeno quanto de médio porte.

O cenário brasileiro, por outro lado, é bastante reconhecido pelo alcance produtivo. Logo, a Engenharia Elétrica detém suas próprias substancialidades, demandando uma maior preparação por parte dos profissionais deste segmento. No âmbito de desenvolvimento local e regional, as engenharias de código são especificadas como primordiais para os avanços recentes, sobretudo na indústria 4.0 que vem sendo demonstrada como essencial por abranger tecnologias e modernidade a este setor que, de uma maneira geral, ainda é visto como pouco diacrônico (AGOSTINHO JUNIOR, 2020).

A modernidade, no entanto, apresenta características específicas ao mercado brasileiro, demandando cada vez mais por processos produtivos eficazes, sustentáveis e inovadores, ainda mais pela elevada competitividade ocasionada pela globalização e pelo desenvolvimento tecnológico (ALVES *et al.*, 2022).

Em contraponto, a competição mostra-se muito presente na contemporaneidade, portanto até mesmo os ramos voltados para funções tradicionais precisam se adequação à otimização de seu processos, como é o caso da Engenharia Elétrica para que a produção traga resultados positivos em um período de tempo reduzido.

Em síntese, o problema deste estudo abrange duas questões preliminares: Como as engenharias pode se usufruir das principais vantagens do low-code e no-code? Quais os principais obstáculos impostos durante uma intervenção destas linguagens na prática?

Justificou-se a seleção temática em virtude da demanda por maiores estudos de averiguação quanto as oportunidades estabelecidas mediante a validação das metodologias low-code e no-code durante atividades de engenharia e sobre como as tecnologias deste meio são imprescindíveis no período contemporâneo, além da necessidade da determinação quanto as melhorias promovias e as principais barreiras atuais.

O objetivo central desta pesquisa é avaliar quais são os objetivos das linguagens low-code e no-code em aplicações voltadas para as áreas de engenharia e como essa modalidade tende a fortalecer um âmbito abrangente e a composição de uma vantagem competitiva.

Em relação aos objetivos específicos, estima-se: definir os pilares da engenharia sem código quanto aos conceitos-base e os fatores históricos, demonstrar as dificuldades e as oportunidades contidas nesta abordagem e elucidar acerca da usabilidade das linguagens low-code e no-code no período hodierno, sobretudo no campo das engenharias.

Nesta vertente, espera-se contribuir ativamente para com a área da Engenharia Elétrica e com suas respectivas derivações, além de construir um conteúdo que possa robustecer investigações futuras que tornem a abordar estes conceitos em averiguações na práxis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica documental e qualitativa norteada por uma pesquisa observacional e exploratória com ênfase ao cenário moderno da última década (2013 até 2022) quanto aos fenômenos recentes da engenharia código.

As elucidações desta natureza são apresentadas juntamente com um enfoque contemporâneo, visto que:

A abordagem qualitativa de pesquisa não é uma estrutura rigidamente definida, permitindo que os pesquisadores usem sua imaginação e criatividade para explorar novos enfoques. A pesquisa documental é uma forma de pesquisa que pode ser inovadora e trazer contribuições importantes em alguns temas. Os documentos são fontes de dados valiosas para estudos qualitativos e, portanto, merecem atenção

especial. Muitas vezes, pensamos que a pesquisa sempre envolve a interação direta do pesquisador com o grupo de pessoas estudadas, mas esquecemos que os documentos também podem ser fontes ricas de dados (GODOY, 1995).

O método observacional é caracterizado por procedimentos de natureza sensorial, resultantes do engajamento do pesquisador com os fenômenos empíricos do mundo. Trata-se de uma busca intencional e cuidadosa, realizada com planejamento prévio e em contraposição às percepções comuns do senso comum (FACHIN, 2005).

Em linhas gerais, a pesquisa documental favorece uma aplicação robusta dos fatores históricos e conceituais:

A análise de conteúdo é uma das diversas formas de interpretar o significado de um texto, utilizando normas sistemáticas para extrair temas ou palavras significativas através dos elementos mais básicos do texto. Ela envolve a medição da frequência de citação de determinados temas, palavras ou ideias em um texto para determinar a importância relativa que o autor atribuiu a um assunto específico. Essa abordagem assume que um texto contém significados e sentidos, explícitos ou implícitos, que podem ser compreendidos por um leitor que utiliza técnicas sistemáticas adequadas para interpretar a mensagem do texto.

Ao decompor o conteúdo do documento em fragmentos mais simples, como palavras, termos ou frases significativas, a análise qualitativa do conteúdo permite revelar nuances que podem estar presentes na mensagem. Essa análise começa com a ideia de um processo ou contexto social, vendo o autor como consciente de si mesmo e falando para um público em circunstâncias específicas (SÁ-SILVA *et al.*, 2019).

O enfoque qualitativo tem uma abordagem complementar que valoriza aspectos práticos presentes em nosso cotidiano, que possuem a mesma natureza dos dados utilizados pelo pesquisador qualitativo em sua investigação. Em ambos os casos, são utilizados dados simbólicos que estão inseridos em um contexto específico (NEVES, 1996).

A profundidade teórica implica-se ainda no uso das palavras-chave: engenharia sem código, linguagem no-code e tecnologia low-code. Desta forma, realizou-se uma pesquisa em banco de dados científicos como Scielo e Google Acadêmico, cujos resultados apontaram para termos como:

(Engenharia sem código; metodologias ágeis) OR (engenharia sem código; Indústria 4.0) OR (low code; assinaturas digitais) OR (no code; engenharias) OR (aplicação móvel; low code) OR (soluções digitais; engenharia elétrica) OR (transformation; low code) OR (natural; language low) OR (design low; code) OR (metodologias ágeis low code) OR (aplicação; no code) OR (essence low code; competitividade).

Além disso, a presente abordagem aplicou conceitos efetivos de obras e artigos dos últimos dez anos com referências brasileiras e internacionais para uma maior compreensão acerca destas tecnologias e assim traçar um paralelo com conjecturas posteriores.

Não obstante, os fatores de exclusão se deram com base em artigos incompletos e fragmentos de textos que não englobam ou não possuem correlação direta com a temática estabelecida precedentemente. Assim, obteve-se embasamento a partir das seguintes autorias: Agostinho Junior (2020), Alves *et al.* (2022), Araújo (2022), Bittencourt *et al.* (2021), Braga (2019), Dendena (2021), Gonçalves (2019), Leão (2014), Leardini *et al.* (2017), Lima e Ribeiro (2020), Moraes (2022), Santos *et al.* (2016) e Silva (2014).

Por fim, foi utilizado inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente investigação apresenta três delineamentos primários: “Engenharia Sem Código: Conceitos e Histórico”, “Benefícios da Linguagem Low-Code e No-Code” e “Aplicabilidade das Linguagens Low-Code e No-Code nas Engenharias”.

Na seção inicial, são levantados os parâmetros basilares da engenharia sem código em um panorama histórico. Por conseguinte, delimita-se o estudo à análise dos pontos benéficos das linguagens low e no-code.

Ademais, o último tópico relata como tais mecanismos tem se tornado imprescindíveis para o êxito das engenharias, sobretudo pela base contemporânea estampada pelas tecnologias low e no-code na Indústria 4.0 e na aplicabilidade de forma adjunta aos métodos ágeis.

Engenharia Sem Código: Conceitos e Histórico

As engenharias classificadas como sem código são pilares expressivos do cenário nacional vigente, sobretudo em relação ao conjunto imposto pelas tecnologias e pela globalização. Durante um longo período, as organizações precisavam se adequar apenas aos parâmetros locais, porém com o passar das décadas as atividades práticas alcançaram uma visão ampla com impactos diretos aos negócios (BRAGA, 2019).

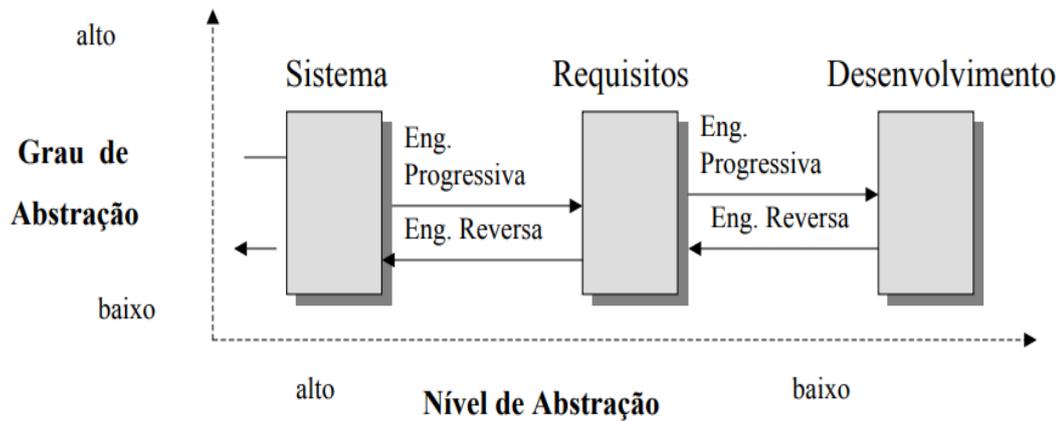
Aliás, o uso progressivo da “internet e das tecnologias digitais impactou a indústria global, de modo que elas já estão presentes em diversos estágios da cadeia de valor do setor produtivo” (ALVES *et al.*, 2022, p. 3 a 4).

Em contrapartida, as hipóteses levantadas são covalentes ao aumento da produtividade em união com uma competitividade mais definida com o ordenamento estrutural das organizações. Tais alterações são abrangentes e possuem uma influência direcionada durante a valorização das cadeias produtivas e no fornecimento de serviços, bem como ocorre no segmento da engenharia elétrica (ALVES *et al.*, 2022).

Não obstante, as problemáticas recentes são correlatas às perspectivas futuras dos negócios em expansão e sobre como as gestões operacionais conseguem relacionar os impactos causados pelas mudanças tecnológicas, onde se incluem as engenharias sem código (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Paralelamente, os obstáculos advindos da modernidade evidenciam que o setor da engenharia precisa evoluir conforme suas derivações, da mesma forma que o contexto industrial e comercial brasileiro vem sendo (PINTO *et al.*, 2018).

A engenharia reversa, por sua parte, já é evidenciada como um nicho moderno e indispensável no presente momento, ainda mais em uma etapa marcada pelas aplicações ágeis tendo como base as alternativas de código baixo e sobre como estão sendo as mudanças ocorridas a partir da contexto da transformação digital, bem como é definido através da Figura 1:

Figura 1 – Correlação Entre Engenharia Progressiva e Engenharia Reversa



Fonte: Braga (2019).

Similarmente, o baixo código tem sido amplamente empregado durante a contextualização das mudanças digitais ocorridas nas organizações brasileiras na etapa hodierna:

A expressão "low-code" surgiu no contexto da transformação digital em 2014, quando a Forrester Research apontou que empresas estavam optando por soluções de baixo código para agilizar a entrega contínua, testes e aprendizado. As origens da programação low-code incluem o desenvolvimento baseado em modelo, aplicação rápida, geração automática de código e programação visual. Com essa abordagem, os desenvolvedores podem dedicar menos tempo à codificação e concentrar-se em questões mais estratégicas, como funcionalidades, design e experiência do usuário. Isso resulta em um maior valor gerado e vantagens competitivas para o negócio (ALVES *et al.*, 2022).

Neste nível, a indústria 4.0 é representativa quando tais metodologias são aplicadas no período hodierno. Assim, torna-se válido mencionar sobre como a indústria 4.0 originou-se e incorporou benefícios para as organizações brasileiras a partir da elaboração de novos materiais, recursos e ferramentas com o intuito de fornecer uma melhoria contínua para variados setores:

Em 2011, na Alemanha, surgiu o termo Indústria 4.0 a partir de um projeto na Feira de Hannover, chamado Plataforma Indústria 4.0. O objetivo era desenvolver tecnologias avançadas para permitir que sistemas automatizados que controlam equipamentos industriais se comuniquem e troquem informações e dados entre máquinas e pessoas, visando otimizar o processo de produção.

Para entender o contexto histórico, a primeira revolução industrial ocorreu no final do século XVIII e na primeira metade do século XIX, impulsionada principalmente pela invenção das máquinas a vapor, que permitiram a produção mecânica e a construção de ferrovias. A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX e início do século XX, impulsionada pelo surgimento da eletricidade e da linha de montagem, que possibilitou a produção em massa em larga escala.

A terceira revolução industrial, também conhecida como revolução digital ou do computador, teve início na década de 1960 do século XX e foi impulsionada por tecnologias como o desenvolvimento de semicondutores, computação em mainframes (computadores de grande porte), computação pessoal e internet. A Indústria 4.0 surge como uma evolução natural nesse contexto, buscando aprimorar ainda mais a automação e integração dos sistemas na produção industrial. (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Este panorama inovador é denotado a partir de como as tecnologias aplicadas na Indústria 4.0 ajudam a aperfeiçoar os “produtos de uma forma que nunca foi feita, em uma escala que era impossível para a manutenção de um negócio. Com as fábricas mais eficientes, passa a ser viável personalizar a produção para os consumidores” (BITTENCOURT *et al.*, 2021, p. 6 a 7).

Para tanto, esse campo hodierno é de suma relevância para favorecer a o progresso e o crescimento da indústria brasileira de uma maneira geral, haja vista que o conceito da indústria 4.0 está intimamente ligado aos sistemas produtivos, além de incorporar a otimização ocasionada para as ações estratégicas das engenharias sem código (LIMA; RIBEIRO, 2020).

A inovação trata-se do mais porto de destaque quanto a integralização das tecnologias deste caráter, independe do ramo de atuação. Em paralelo, o lucro mostra-se como outro ponto de vantagem nesta mudança constante, embasando-se no crescimento capital e a competitividade enraizada no mercado atual (LIMA; RIBEIRO, 2020).

Os preceitos estabelecidos pela modernização dos campos da engenharia são elos fortalecedores para o aperfeiçoamento quanto a forma que os usuários acessam serviços e informações decorrentes das linguagens low-code e no-code (MORAES, 2022).

Benefícios da Linguagem Low-Code e No-Code

A transformação digital reverbera acerca da ampliação e da automação dos processos, sendo abrangente para os eixos da engenharia, porém o novo cenário desdobra-se em frente de ferramentas singulares como no-code e low-code. Ambas plataformas são definidas pela potencialização e otimização da experiências dos usuários. Deste modo, possibilita-se uma maior inovação para que as organizações possam se sobressair às concorrentes (MORAES, 2022).

Em frente deste avanço ágil, o aperfeiçoamento do low-code surge pela obtenção de uma maior eficácia e na “redução de falhas nos processos, uma vez que as partes com maior conhecimento dos procedimentos têm participação ativa desde a etapa de concepção até a fase de validação das soluções digitais” (ALVES *et al.*, 2022, p. 4). Ou seja, tal movimentação tecnológica é robustecida pela inovação seja pela criação de aplicativos ou de demais modalidades capazes de melhorar as ações por parte dos usuários e colaboradores (BRAGA, 2019).

Assim, há uma aproximação bastante definida entre os recursos da programação, sendo um panorama complementar às ações das engenharias, englobando principalmente o segmento de TI (Tecnologia da Informação). De modo direto, faz-se válido mencionar como a *Low-Code Development Platform*, ou Plataforma de Desenvolvimento Low-Code (LCDP) pode ser estabelecida no presente cenário, haja vista que esse padrão é caracterizado por as *Low-Code Development Platforms* (LCDPs) consistem em um conjunto de recursos disponíveis tanto para programadores quanto para não programadores, que possibilitam a criação e entrega rápida de aplicativos de negócios, com o mínimo esforço em linguagem de codificação e com baixa necessidade de energia para instalação e configuração de ambientes, treinamento e implementação (ALVES *et al.*, 2022).

O objetivo principal das LCDPs é facilitar o desenvolvimento de aplicativos sem a necessidade de engenharia complexa, permitindo rapidez e agilidade na configuração. Essas soluções são baseadas na computação em nuvem e classificadas como Plataforma como Serviço (PaaS), com padrões de arquitetura e design comprovados para garantir eficiência e eficácia no desenvolvimento, implantação e manutenção de aplicações.

A vantagem de não precisar de um conhecimento técnico avançado em programação permite que as empresas confiem em suas próprias equipes de desenvolvimento, aumentando a confidencialidade. Além disso, o código principal já estando pronto, os usuários só precisam realizar configurações visuais ou ajustes necessários, reduzindo o tempo total de desenvolvimento e aumentando a velocidade na disponibilização do aplicativo, o que acaba por minimizar o custo de criação de aplicações (ALVES *et al.*, 2022).

Estritamente aos benefícios, tem-se uma superioridade dos sistemas de baixo código por incorporar uma diminuição de custos, agilidade nas informações, privacidade nas comunicações, manutenções descomplicadas e ampliação da estabilidade (MORAES, 2022).

Em exemplificação, pode-se evidenciar como as LCDPs já são empregadas pelas empresas brasileiras (Quadro 1):

Quadro 1 – Benefícios e Adversidades das LCDPs

PLATAFORMA	PONTOS FORTES	LIMITAÇÕES
Power Apps	Integração de serviços baseados em nuvem; APIs personalizadas; suporte à política de dados; suporte para colaboração; automação de fluxo de trabalho.	Licenciamento complicado; baixo suporte para desenvolvedores profissionais e indisponibilidade de compartilhamento externo.
OutSystems	Boa experiência de usuário; escalabilidade; Analisador de desempenho; interoperabilidade.	Poucos conectores externos; baixo suporte a estruturas de testes; indisponibilidade de desenvolvimento <i>off-line</i> .
Mendix	Suporte móvel <i>off-line</i> para qualquer dispositivo; gerenciamento ágil de projetos; suporte para colaboração; variedade de opções para implantação.	Baixa integração com ERPs; inconsistências em novas versões; alto custo.
SalesForce Lightning	Escalabilidade; disponibilidade de ferramentas para testes; suporte de alto nível para <i>blockchain</i> e IA; gerenciamento amigável; serviço robusto.	Instabilidades em integrações com outros serviços; maior nível de treinamento requerido; baixo nível de automação.
Appian	Histórico de processo agregado; processamento de eventos complexos; colaboração simultânea; interfaces de usuário intuitivas; implantação instantânea.	Personalização limitada; depuração demorada; baixo suporte para testes.

Fonte: Alves *et al.*, (2022).

À vista destas denominações, os fenômenos low e no-code permitem uma melhor adequação aos panoramas evolutivos das gestões estruturais, sobretudo da engenharia elétrica e em suas demais vertentes, ainda mais por ser uma área enraizada por limitações em diversas instâncias (BRAGA, 2019).

Isto decorre das tecnologias atuais e o prospecto futuro deste setor em escala nacional, sendo que a digitalização é o próximo posterior para muitas empresas partindo de melhorias contínuas nos eixos do planejamento e da segurança (LIMA; RIBEIRO, 2020).

Em conformidade com Alves *et al.* (2022, p. 14), a demanda atual é concernente às predileções dos usuários enquanto a personalização das ações podem englobar como o ambiente low-code é desenvolvido e desempenhado, principalmente na manutenção, pois essa etapa é imprescindível para uma adaptação ágil “às necessidades emergentes. Nesse sentido, como nas plataformas de low-code os aplicativos possuem pouco código, há poucas demandas por manutenção” (ALVES *et al.*, 2022, p. 12).

A notabilidade desta intervenção emana da necessidade de definir melhorias singulares para da organização independentemente do porte ou dos serviços apresentados. A manutenção é uma atividade crucial para as empresas, uma vez que busca garantir o pleno funcionamento da cadeia produtiva, minimizando falhas, interrupções e quebras de equipamentos. Desconsiderar a importância dessa função pode expor a empresa a danos significativos, tanto a curto como a longo prazo. A engenharia de manutenção tem o papel de assessorar e aprimorar os recursos tecnológicos e metodologias utilizados pela empresa, com o objetivo de normalizar os processos de forma eficiente, ágil e estratégica (SANTOS, 2023).

Entre as tarefas da engenharia de manutenção, podemos citar: engenharia de materiais, verificação de indicadores de desempenho, monitoramento das condições, elaboração do cronograma e dos planos de manutenção, metodologia de confiabilidade na manutenção, gestão de ativos, auditoria e elaboração de relatórios de custos de manutenção, planejamento e controle da manutenção, análise de falhas e gestão de gastos energéticos (SANTOS, 2023).

Uma engenharia de manutenção eficiente pode trazer diversos benefícios para a empresa, tais como: diminuição de falhas, redução da ociosidade da equipe,

aumento da produtividade e dos lucros. A prevenção de quebras e defeitos evita pausas na linha de produção e maximiza a cadeia produtiva, reduzindo custos de recuperação e aumentando a eficiência do processo produtivo (SANTOS, 2023).

Com isso, o favorecimento da transformação digital se mostra de forma similar à usabilidade da engenharia sem código, ainda mais pela eficiência crescente, redução dos custos e, principalmente, pela praticidade e amplitude prática das manutenções (DENDENA, 2021).

Aplicabilidade das Linguagens Low-Code e No-Code nas Engenharias

As companhias de energia elétrica estão situadas em uma constante busca pela vantagem competitividade. Nesta concepção, tanto a transformação digital quanto a indústria 4.0 trazem elementos que merecem ser abrangidos, principalmente em relação à tipologia do gerenciamento e dos serviços realizados (SANTOS, 2023).

Os impactos gerados pelas organizações que não utilizam-se devidamente das tecnologias e linguagens como o low e o no-code geralmente são visualizados a partir de uma limitação no crescimento, sobretudo no período hodierno pela falta do estabelecimento de condições propícias para este progresso (DENDENA, 2021).

Do mesmo modo, os desafios são correlatos ao treinamento e a capacitação dos profissionais durante os trabalhos práticos neste campo. A despeito do controle estratégico das linguagens low-code e no-code, se pode promover uma equiparação colaborativa para cada serviço fornecido, principalmente na utilização de programas, aplicativos e interfaces modernas (SANTOS, 2023).

Porém, os gestores e administradores também são importantes durante tal implementação, partindo do pressuposto de que toda a adequação do negócio é alterada por uma nova metodologia, modificando similarmente todo o projeto e os processos desta operação (LEÃO, 2014).

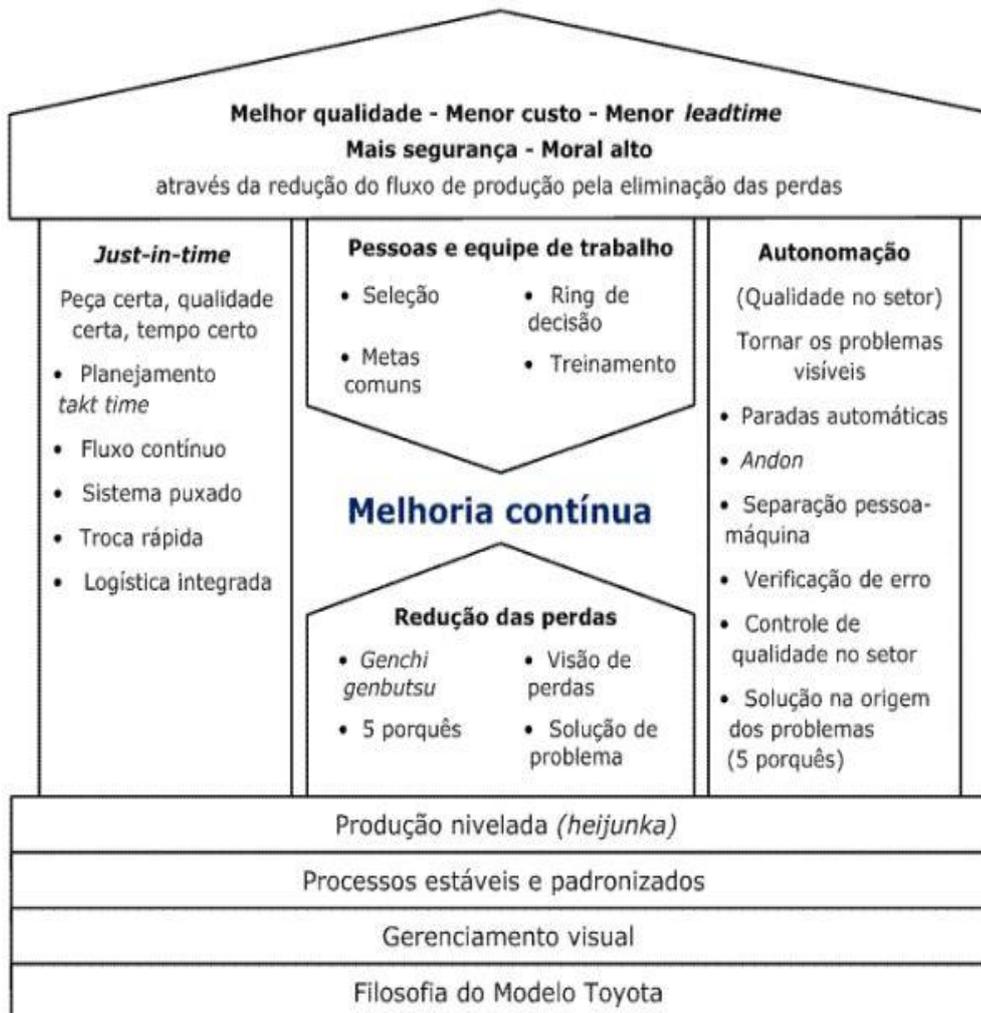
Dentre os conceitos mais aplicados no presente momento faz-se relevante relacionar o Lean Production, também compreendido como Lean Manufacturing. Tal metodologia incorpora melhorias embasadas pela Indústria 4.0, principalmente quanto aos principais avanços atuais:

A filosofia do Lean Manufacturing foi desenvolvida na década de 1940 na empresa japonesa Toyota Motor Co. como uma filosofia e um conjunto de

técnicas denominado Sistema Toyota de Produção (STP). O LM se tornou conhecido no ocidente a partir da década de 1980, por meio de um estudo do Massachusetts Institute of Technology (MIT), que analisou a indústria automobilística mundial para avaliar os diferentes níveis de produtividade existentes em diversas plantas e países. Esse estudo culminou na publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, e descreveu o LM como um conjunto de técnicas produtivas utilizadas pela indústria automobilística japonesa para produzir de forma eficiente, em contraste com o sistema de produção em massa em voga no mundo ocidental à época. Desde então, o LM tornou-se um paradigma de gestão aplicado em vários ambientes de negócio (AGOSTINHO JUNIOR, 2020, p. 19 a 20).

Empiricamente, as engenharias sem código já são abordadas conforme os princípios da melhoria contínua:

Figura 2 – Preceitos da Melhoria Contínua



Fonte: Agostinho Junior (2020).

Ademais, é evidente como as perdas e os riscos são os sustentáculos elementares da melhoria contínua, tendo como recursos iniciais, o estoque, o transporte, o tempo de fabricação, e o custo deste processo (AGOSTINHO JUNIOR, 2020).

Os sistemas de informação de baixo código e sem código são primordiais para oferecer suporte avançado:

As Plataformas de Construção de Aplicações (LCP, do inglês Low-code Platforms) são ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de aplicações de software que visam simplificar e acelerar o processo de criação de soluções. Elas fornecem um ambiente de desenvolvimento visual, onde o desenvolvedor pode criar aplicações através de uma interface gráfica, em vez de escrever código manualmente.

Além disso, as LCPs disponibilizam componentes pré-construídos para a definição de funções e direitos de usuários, bem como outros elementos necessários para o desenvolvimento de soluções de software, como codificação avançada e tradicional, modelagem de fluxo de trabalho e mecanismo de fluxo de trabalho (ARAÚJO, 2022).

Ao contrário das estruturas de desenvolvimento de software tradicionais, as LCPs integram a maioria das ferramentas e componentes necessários para o desenvolvimento de soluções de software em um só lugar, permitindo maior eficiência e produtividade no processo de desenvolvimento.

A reutilização de recursos é abordada nas plataformas em um nível genérico de arquitetura, o que também contribui para a agilidade do desenvolvimento e redução de esforços em tarefas rotineiras. Em resumo, as LCPs são uma solução moderna e eficaz para a construção de aplicações, tornando o desenvolvimento mais fácil e rápido (ARAÚJO, 2022).

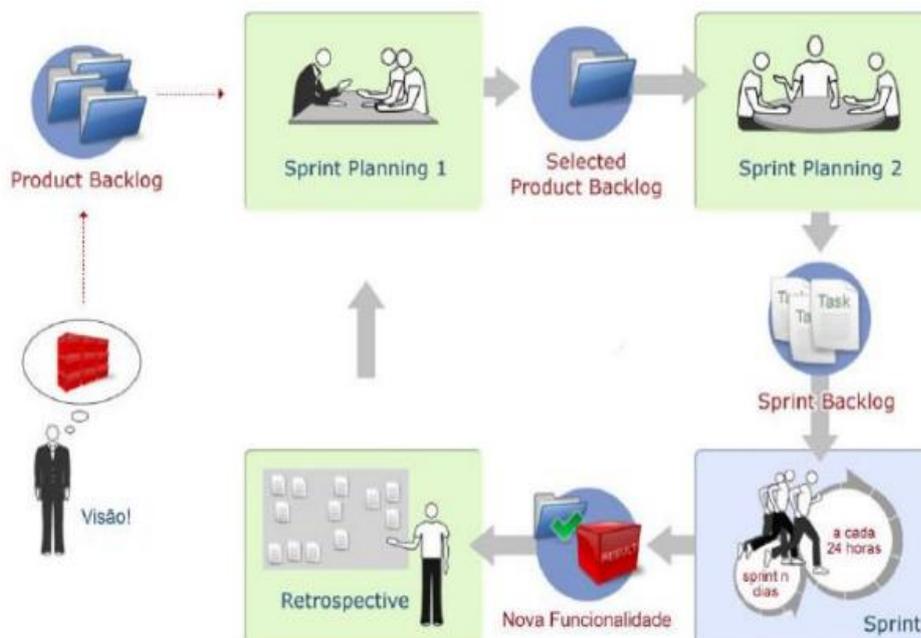
No entanto, a qualidade deste sistema depende da codificação abrangente de todos os termos-base, o que corresponde a adversidade na definição de elementos que muitas vezes não são compatíveis com os sistemas tradicionais. Outrossim, no quesito produtividade, é denotado que, em comparação com outras tecnologias e ferramentas, a capacidade do low-code é consideravelmente superior (ARAÚJO, 2022).

Em exemplificação, passa a ser conveniente mencionar a usabilidade do SharePoint e do Power Apps:

O SharePoint é um serviço que funciona na nuvem e ajuda as empresas a compartilhar e gerenciar conteúdo, conhecimento e aplicativos. Ele oferece um ambiente avançado de colaboração que inclui várias opções para construir um ambiente seguro e produtivo para colaboração de arquivos. Com o SharePoint, é possível criar um site de equipe para permitir que um grupo ou pessoas da organização contribuam com conteúdo específico para o site, com informações limitadas somente ao grupo do site. Além disso, os sites do SharePoint podem ser conectados aos serviços de aplicativos da Microsoft, como o Microsoft Teams. Outra funcionalidade disponível é a criação de uma lista no site do SharePoint, que é uma coleção de dados compartilhada com membros da equipe do site e armazenada no banco de dados do SharePoint. Depois de conectado ao SharePoint, é possível extrair informações da lista. Por sua vez, o Microsoft Power Apps é uma plataforma de criação de aplicativos de negócios que funciona diretamente no navegador de internet. Essa plataforma oferece uma ampla gama de funcionalidades avançadas de fluxo de trabalho e lógica de negócios, permitindo a transformação de operações manuais em processos digitais e automatizados. Ao criar um aplicativo de negócios com o Power Apps, é possível conectar-se a diversas fontes de dados. A grande vantagem da plataforma é permitir que os usuários criem aplicativos com o mínimo de código possível, característica conhecida como Low Code. (SANTOS, 2023, p. 18 a 19).

Por consequência, as metodologias ágeis passam a ser indispensáveis para as aplicações assertivas. Em geral, o método Scrum consiste em uma forma precisa para amplificar o êxito das mudanças em um curto período de tempo, bem como é ilustrado pelo fluxograma da Figura 3:

Figura 3 – Fluxograma Geral do Método Scrum



Fonte: Adaptado de SANTOS *et al.*, (2016).

Esta categoria de gestão acontece a partir de sprints, onde as demandas enfrentadas durante as ações podem ser alteradas, todavia tais alterações devem considerar todos os impactos gerados ao ciclo funcional, seja na gestão de um processo ou projeto. Através a condução de um projeto embasado pela metodologia Scrum, permite-se uma diminuição de ciclos e etapas, sendo aplicável em conjunto com as linguagens low-code e no-code (GONÇALVES, 2019).

Do mesmo modo, o panorama dos métodos ágeis permitem o acesso de outros setores, como é o caso do beneficiamento das engenharias por vias dos prismas tecnológicos comuns às linguagens low e no-code (LEARDINI *et al.*, 2017). Outra exemplificação prática engloba o Ciclo PDCA (Figura 4):

Figura 4 – Elementos do Ciclo PDCA

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema/processo e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema/processo, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3	Análise	Descobrir a causa fundamental
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear a causa fundamental.
D	5	Execução	Bloquear a causa fundamental.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o método de solução do problema para trabalhos futuros.

Fonte: Adaptado de SILVA (2014).

Assim, a aplicação do Ciclo PDCA juntamente com outras ferramentas de gestão e engenharia, como o diagrama de Ishikawa, pode ser uma estratégia eficaz para otimizar e controlar os processos de uma organização. Através do planejamento, execução, verificação e ação corretiva, é possível identificar falhas e oportunidades de melhoria, enquanto o diagrama de Ishikawa ajuda a entender as causas e efeitos dos problemas. Dessa forma, essas abordagens podem ser integradas para permitir

uma gestão mais eficiente e eficaz dos processos em uma organização (SILVA *et al.*, 2018). A Figura 5 exemplifica a estrutura deste diagrama:

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: SILVA *et al.*, 2018, p. 392.

Similarmente, a qualidade do Scrum, do Diagrama de Ishikawa e do Ciclo PDCA em exercício, passa pelas medidas de satisfação dos usuários, panoramas estes cabíveis às ferramentas low-code, principalmente pela disposição de resultados ágeis. As técnicas ágeis das engenharias sem código permite o combate às adversidades presentes nesta etapa de intervenção (GONÇALVES, 2019).

CONCLUSÃO

Em vista dos dados obtidos no decorrer deste estudo, pontuou-se com a validação das linguagens low e no-code tem sido evidenciada a partir de um cenário tecnológico e globalizado, onde grandes e médias organizações já se encontram abrangidas.

Por outro lado, as micro e pequenas empresas precisam iniciar uma inclusão ágil quanto às engenharias sem código para se adequar ao mercado hodierno por vias da elaboração de uma vantagem competitiva em seus respectivos nichos de atuação, aperfeiçoamento os produtos e os serviços apresentados.

A demanda por maiores estudos empíricos correlacionados às engenharias sem código em conjunto com a Indústria 4.0 é resultado de um elo específico do mercado contemporâneo onde a globalização exige um conhecimento exponencial acerca da mobilidade das informações e da comunicação interna.

Aliás, cada um dos objetivos definidos precedentemente foram alcançados conforme conjecturado com ênfase no auxílio teórico de autores que abrangem o eixo da engenharia e as oportunidades de inovação tecnológica, porém as adversidades precisam ser contidas.

Um dos fatores fundamentais para a descrição deste cenário são os rumos futuros cujos prospectos apontam para a necessidade de adequação por parte de novas propostas enraizadas na melhoria contínua.

Por consequência, os métodos ágeis são concernentes ao progresso evidenciado de digitalização e informatização das empresas nacionais, seguindo um fluxo muito similar aos países desenvolvidos.

Outrossim, as plataformas no-code e low-code atuais já demonstram uma eficiência longínqua quando com outras ferramentas análogas, sobretudo pela escalabilidade e pela melhor experiência dos usuários, contudo algumas das limitações precisam ser contrabalanceadas durante as etapas secundárias da implementação.

Enfim, o controle das engenharias sem código, principalmente em relação às linguagens low-code e no-code, mostra-se como benéfico para a viabilização de ações estratégicas desde o planejamento até as aplicações práticas, inclusive nas subáreas da engenharia elétrica.

Em pesquisas futuras, tenciona-se investigar na práxis como as empresas de menor porte podem se adaptar ao uso das engenharias sem código de forma ágil e eficiente, considerando as limitações e desafios que podem surgir nesse processo e explorando como as engenharias sem código podem ser integradas com outras tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a Internet das Coisas (IoT), para maximizar ainda mais sua eficiência e impacto.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO JUNIOR, V. **Implementação da Indústria 4.0 em um Ambiente com Lean Manufacturing: Interações e Desafios**. Universidade Federal do ABC. Santo André/SP, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ufabc.edu.br/>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

ALVES F., *et al.* **Análise da abordagem LOW-CODE como facilitador da transformação digital em indústrias**. Florianópolis, v. 15 n. 2 (2022). Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

ARAÚJO, F. H. D. **Desenvolvimento de sistemas de informação com tecnologia Low-Code**. 2022. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

BITTENCOURT, L. L.; SILVEIRA, I.; ROSA, L. da; NOVELLI, D. **Utilização das ferramentas da indústria 4.0 para a prototipagem no setor de vestuário**. Florianópolis, v. 16, p. 01-25, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

BRAGA, R. T. V. **Engenharia Reversa e Reengenharia**. SCE 186 – Engenharia de Software UFSCar. 2019. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

DENDENA, A. **Utilização dos conceitos de LOW CODE e NO CODE na geração de Web Services com arquitetura MDA**. Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. 2021. Disponível em: <http://200.18.15.28/handle/1/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5ª edição. Revista e atualizada pela norma da ABNT 14724, de 30/12/2005 Ed. Hora Saraiva. Disponível em: <http://maratavarespsictics.pbworks.com/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

GONÇALVES, J. **Implantação de metodologias ágeis em uma microempresa de desenvolvimento de softwares: um estudo de caso com a metodologia Scrum**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 11 de abr. 2023.

LEÃO, L. E. **Implantação de Mecanismos de apoio ao controle de competitividade em ferramentaria**. São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://www.fcmmfmp.org.br/>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

LEARDINI, M. *et al.* **Aplicação do Scrum na Melhoria da Qualidade em Pequenas e Médias Empresas de Software Integrada com a Implementação dos Níveis G e F do MR-MPS-SW**. XXIV Simpósio de Engenharia de Produção Contribuições da Engenharia de Produção para uma Economia de Baixo Carbono. Bauru/SP, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em: 07 de abr. 2023.

LIMA, F. R.; RIBEIRO, R. G. **Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise Bibliométrica**. Rev. Bras. Inov. Campinas (SP), 19, e0200023, p. 1-30, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 10 de abr. 2023.

MORAES, P. **Aplicação de ferramentas low-code para melhoria e automação de processos em uma empresa de contabilidade** / Pedro Moraes. – 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/>. Acesso em: 09 abr. 2023.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa – Características, Usos e Possibilidades.** Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v.1, nº 3, 2º Sem./1996. Disponível em: <https://www.hugoribeiro.com.br/>. Acesso em: 07 abr. 2023.

PINTO, M. L.; SANTANA, L. L.; PINO, G. G. del. **Análise das Estruturas de Ferramentas de Corte da Usinagem.** 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/>. Acesso em: 11 de abr. 2023.

SANTOS, M. A. G. *et al.* **Benefícios da Aplicação do Método Scrum no Desenvolvimento de Software em uma Pequena Empresa de Base Tecnológica.** XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa/PB, 2016. Disponível em: <https://abepro.org.br/>. Acesso em: 07 de abr. 2023.

SANTOS, M. R. P. dos. **Desenvolvimento e implementação de um aplicativo low code aplicado na inspeção preditiva megagem.** 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações) – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/>. Acesso em: 06 abr. 2023.

SÁ-SILVA, J. R. *et al.* **Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas.** Revista Brasileira de História & Ciências Sociais Ano I - Número I - Julho de 2009. Disponível em: www.rbhcs.com. Acesso em: 06 abr. 2023.

SILVA, A. L. da *et al.* **Implantação do Diagrama de Ishikawa no Sistema de Gestão da Qualidade de uma Empresa de Fabricação Termoplástica, para Resolução e Devolutiva de Relatórios de não Conformidade Enviados pelo Cliente.** 2018. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/>. Acesso em: 07 de abr. 2023.

SILVA, S. M. da. **O Método PDCA como Ferramenta para Melhoria da Qualidade na Gestão de Processos.** Aparecida de Goiânia/GO, 2014. Disponível em: <http://www.fanap.br/>. Acesso em: 05 de abr. 2023.