UM ROTEIRO PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DAS ORGANIZAÇÕES

Erick Alves Ferreira[1]; Arnaldo de Carvalho Jr[2]

[1]Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo - Campus Cubatão, erick.telma@gmail.com
[2]Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo - Campus Cubatão, adecarvalhojr@ifsp.edu.br

Resumo:

Este artigo apresenta um roteiro para a implementação eficaz da transformação digital em organizações, com foco na mudança cultural necessária para a adoção dos princípios da Indústria 4.0. A convergência de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), *Big Data* e Inteligência Artificial (IA) exige uma mudança profunda na cultura organizacional, além da simples adoção de novas tecnologias. O artigo discute os desafios e oportunidades da transformação digital, incluindo a necessidade de investimento em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e mudança de mindset. É destacada a importância da integração entre as áreas de negócio, tecnologia e sustentabilidade, bem como a consideração dos aspectos ESG (Ambientais, Sociais e de Governança). O roteiro proposto visa auxiliar as organizações a navegarem no complexo cenário da transformação digital, promovendo a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 de forma estratégica e sustentável, gerando valor para o negócio e para a sociedade.

Palavras-chave: Transformação Digital; Indústria 4.0; Mudança Cultural; Gestão do Conhecimento; Data Driven

A ROADMAP FOR THE DIGITAL TRANSFORMATION OF ORGANIZATIONS

Abstract:

This article presents a roadmap for the effective implementation of digital transformation in organizations, focusing on the cultural change required to adopt Industry 4.0 principles. The convergence of technologies such as the Internet of Things (IoT), Big Data, and Artificial Intelligence (AI) requires a profound change in organizational culture, beyond the simple adoption of new technologies. The article discusses the challenges and opportunities of digital transformation, including the need for investment in technological infrastructure, professional training, and mindset change. The importance of integration between the areas of business, technology, and sustainability is highlighted, as well as the consideration of ESG (Environmental, Social, and Governance) aspects. The proposed roadmap aims to help organizations navigate the complex scenario of digital transformation, promoting the adoption of Industry 4.0 technologies in a strategic and sustainable way, generating value for the business and society.

Keywords: *Digital Transformation; Industry 4.0; Cultural Change; Knowledge Management; Data Driven.*

1. INTRODUÇÃO

A rápida evolução tecnológica e a crescente competitividade no mercado global têm impulsionado as organizações a buscar novas formas de se adaptar e inovar. Nesse contexto, a Transformação Digital (TD) surge como um processo fundamental para a sobrevivência e o crescimento das empresas no século XXI. A convergência de tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT), *Big Data*, Inteligência Artificial (IA) e computação em nuvem, está criando um novo paradigma industrial, com processos automatizados, sistemas interconectados e tomada de decisões baseada em dados (DE FREITAS TORTORELLI et al., 2024).

A TD vai além da simples adoção de novas tecnologias. Ela exige uma mudança profunda na cultura organizacional, com foco na colaboração, na agilidade, na inovação e na orientação por dados. As empresas precisam desenvolver uma cultura *data driven*, que valorize a utilização sistemática de dados em todas as etapas do processo decisional, desde a coleta até a análise e a tomada de decisão (FERREIRA; PANHAN, 2023).

Este artigo tem como objetivo apresentar um roteiro para a implementação de uma TD eficaz, com foco na mudança cultural necessária para a adoção dos princípios da Indústria 4.0. A pesquisa se baseia na análise de artigos científicos, estudo de casos de empresas e guias de boas práticas. A figura 1 ilustra as etapas propostas para a TD, com foco na governança corporativa e socioambiental, buscando integrar as dimensões de negócio, tecnologia e sustentabilidade.

O artigo abordará os seguintes tópicos:

a) Os principais desafios e oportunidades da TD, incluindo a necessidade de investimento em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e mudança de *mindset*;
b) A importância da integração entre as áreas de negócio, tecnologia e sustentabilidade para garantir uma transformação digital holística e sustentável;
c) Um modelo de implementação em etapas, com foco na definição de objetivos, na escolha das tecnologias adequadas, na gestão da mudança cultural e no monitoramento dos resultados;
d) A importância de se considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais (*environmental, social and governance* - ESG) na TD, garantindo que a empresa esteja alinhada com as demandas por um futuro mais sustentável.



Figura 1 – Roteiro para a transformação digital voltada para a governança corporativa e socioambiental

Fonte: Adaptado de Ferreira e Panhan (2023).

Espera-se que este roteiro auxilie as organizações a navegarem no complexo cenário da transformação digital, promovendo uma mudança cultural profunda que permita a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 de forma estratégica e sustentável, gerando valor para o negócio e para a sociedade como um todo.

2. MARCO ZERO: CRIAÇÃO DO COMITÊ DE INOVAÇÃO E ESG

O Marco Zero representa o ponto de partida para a jornada de TD, estabelecendo as bases para uma mudança cultural e estratégica na organização. A TD requer uma abordagem estratégica e cultural para impulsionar a mudança organizacional, sendo o Comitê de Inovação e ESG o elemento central para liderar esse processo. Este Comitê integra inovação, sustentabilidade e governança corporativa, estabelecendo uma base sólida para a TD alinhada à agenda ESG. A primeira etapa consiste em analisar a estrutura organizacional, identificando áreas a serem reestruturadas e assegurando o envolvimento da alta liderança. Esta deve atuar como patrocinadora do Comitê, alocando recursos, eliminando barreiras e comunicando a relevância estratégica da iniciativa (FERREIRA; PANHAN, 2023).

Ferramentas como a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças *(strengths, weaknesses, opportunities, threats* - SWOT), Modelo de Negócios (*Canvas*) e indicador balanceado de desempenho (*balance scorecard* - BSC) são essenciais para apoiar o planejamento e a execução da TD (FERREIRA; PANHAN, 2023).

2.1. ANÁLISE SWOT

A Análise SWOT é uma ferramenta utilizada para avaliar o ambiente interno e externo da empresa, identificando os fatores que podem influenciar o sucesso da TD (BENZAGHTA et al., 2021).

a) **Forças:** Vantagens internas que a empresa possui em relação aos competidores e que podem ser utilizadas para impulsionar a TD. Exemplos: Cultura de inovação, expertise em tecnologia, liderança engajada, recursos financeiros.
b) **Fraquezas:** Desvantagens internas que podem prejudicar a implementação da TD. Exemplos: Infraestrutura de TI obsoleta, resistência à mudança, falta de talentos em áreas-chave, processos ineficientes.
c) **Oportunidades:** Fatores externos que podem favorecer a TD. Exemplos: Novas tecnologias, mudanças regulatórias, demanda por produtos/serviços inovadores, crescimento do mercado.
d) **Ameaças:** Fatores externos que podem prejudicar a TD. Exemplos: Concorrência acirrada, crises econômicas, avanços tecnológicos disruptivos, mudanças nas preferências dos consumidores.

Ao analisar esses quatro elementos, o Comitê pode identificar os principais desafios e oportunidades para a TD, definir estratégias para aproveitar as forças, minimizar as fraquezas, capitalizar as oportunidades e mitigar as ameaças (BENZAGHTA et al., 2021).

2.2. CANVAS

A seguir, é recomendado a elaboração de um Canvas, que é crucial para a jornada de TD. O Canvas serve como um guia para visualizar e mapear os elementos-chave do modelo de negócio da empresa, forçando os usuários a abordarem as lacunas e a pensarem criticamente sobre o que é essencial na transformação para a Indústria 4.0.

Os elementos-chave do modelo de negócio da empresa são:

a) **Segmentos de clientes:** Os diferentes grupos de pessoas ou organizações que a empresa pretende alcançar e servir;
b) **Propostas de valor:** O conjunto de produtos e serviços que criam valor para um segmento de cliente específico;
c) **Canais:** A forma como a empresa se comunica e alcança seus segmentos de clientes para entregar uma proposta de valor;

d) **Relacionamento com o cliente:** Os tipos de relacionamento que uma empresa estabelece com segmentos de clientes específicos;
e) **Fluxos de receita:** O dinheiro que a empresa gera de cada segmento de cliente;
f) **Recursos-chave:** Os ativos mais importantes necessários para o funcionamento do modelo de negócio;
g) **Atividades-chave:** As coisas mais importantes que uma empresa deve fazer para que seu modelo de negócio funcione;
h) **Parcerias-chave:** A rede de fornecedores e parceiros que fazem o modelo de negócio funcionar;
i) **Estrutura de custos:** Todos os custos incorridos para operar um modelo de negócio.

Esses elementos-chave são interdependentes e devem ser cuidadosamente considerados ao elaborar um Canvas para a TD de um modelo de negócio. O Canvas tradicional pode ser modificado para melhor atender às necessidades das organizações, considerando a complexidade de sua cadeia de suprimentos e as relações com clientes (DAS et al., 2021).

2.3. BALANCED SCORECARD

O BSC é uma ferramenta de gestão estratégica que traduz a missão e a visão da empresa em objetivos, métricas, metas e iniciativas, permitindo o acompanhamento do desempenho da organização em diferentes perspectivas (LEE; SAI ON KO, 2000). As quatro perspectivas clássicas do BSC são:

a) **Financeira:** Como a empresa é vista pelos seus acionistas? Métricas como receita, lucratividade, retorno sobre o investimento.
b) **Clientes:** Como a empresa é vista pelos seus clientes? Métricas como satisfação, fidelização, participação de mercado.
c) **Processos Internos:** Em quais processos a empresa precisa ser excelente? Métricas como eficiência, qualidade, tempo de ciclo.
d) **Aprendizado e Crescimento:** Como sustentar a capacidade da empresa de mudar e melhorar? Métricas como capacitação dos colaboradores, cultura de inovação, infraestrutura de TI.

O BSC é fundamental para o sucesso da TD da empresa. Ele permite o alinhamento estratégico, o monitoramento do progresso e a tomada de decisões baseadas em dados. É

importante que o BSC seja revisado e atualizado periodicamente para garantir sua relevância e eficácia (LEE; SAI ON KO, 2000).

A sinergia entre SWOT, Canvas e BSC fornece ao Comitê uma visão abrangente da posição organizacional, permitindo o alinhamento de estratégias aos objetivos empresariais e ao desenvolvimento sustentável. A seleção de membros para o Comitê deve considerar expertise em tecnologia, negócios, sustentabilidade e recursos humanos, promovendo uma visão holística (IBGC, 2022). Treinamentos em Indústria 4.0, ESG, análise orientada a dados e soft skills são cruciais para capacitar os membros na liderança da transformação (SANTOS et al., 2024).

Essa abordagem sistemática garante que as ações estejam conectadas à visão de futuro da organização, criando valor sustentável às partes interessadas (SOUZA; VIEIRA, 2020).

3. ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DE INDÚSTRIA 4.0

A seguir são apresentadas as etapas para a implantação da indústria 4.0 segundo as melhores práticas, conforme é mostrado na figura. 2.

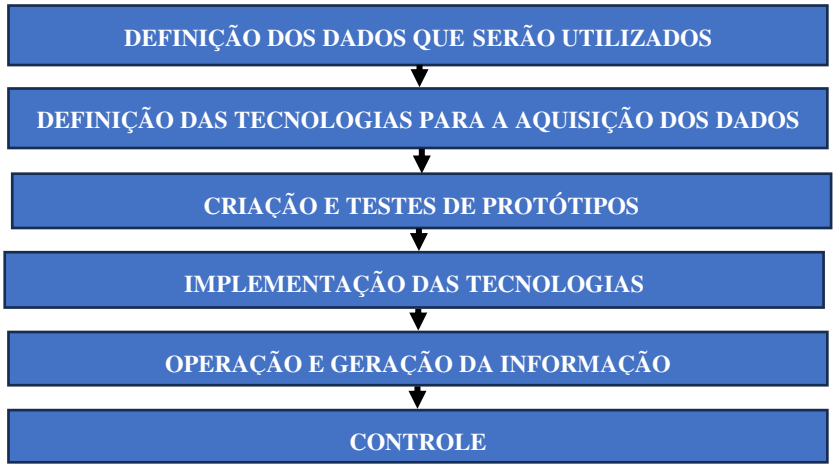


Figura 2 – Fluxograma das etapas para a transformação digital voltada para a governança corporativa e socioambiental

Fonte: Adaptado de Ferreira e Panhan (2023).

3.1. ETAPA 1: DEFINIÇÃO DOS DADOS QUE SERÃO UTILIZADOS

A primeira etapa da jornada de TD da empresa, sob a liderança do Comitê de Inovação e ESG, foca na definição clara dos dados que serão utilizados para nortear as decisões e ações do projeto. Para isso, a aplicação de dinâmicas de *Design Thinking* será crucial para promover

a colaboração, a criatividade e a empatia com os usuários, alinhada a uma cultura *Data Driven* (DIAS et al., 2022).

Dinâmicas de *Design Thinking*, como *brainstorming*, prototipagem e testes de usabilidade, auxiliarão na identificação das necessidades dos *stakeholders* (colaboradores, fornecedores e clientes) e na compreensão dos desafios e oportunidades da TD. O *Design Thinking*, com suas fases de divergência e convergência, prototipagem e iteração, pensamento visual e holístico, será crucial para definir os dados relevantes para a tomada de decisão *data driven* (MAGISTRETTI; PHAM; DELL'ERA, 2021).

Definir objetivos e resultados-chave (*objective and key results* - OKR), desafiadores e ambiciosos, indicadores chave de performance (*key performance indicators* - KPIs) e utilizando metodologia moderna, específica, mensurável, alcançável, relevante e baseada em tempo (*specific, mensurable, attainable, relevant and time based* - SMART), será crucial para o sucesso da TD (GENTIL FILHO; RANGEL; MEIRIÑO, 2022). Os OKRs fornecem direção estratégica, enquanto os KPIs e indicadores, baseados em dados, permitem monitorar o progresso e o impacto das ações.

A escolha de ferramentas colaborativas para criação, gestão e controle é fundamental para garantir a comunicação eficiente, o acompanhamento das atividades e o compartilhamento de informações entre os membros do Comitê e os *stakeholders*. Ferramentas de gestão de projetos, plataformas de comunicação, *softwares* de análise de dados e repositórios de documentos são exemplos de ferramentas que podem ser utilizadas (CANAPARRO et al., 2021).

Por fim, a criação de canais de comunicação eficientes e transparentes, como fóruns online, plataformas de *crowdsourcing* e redes sociais, será essencial para divulgar os resultados da TD e receber ideias de colaboradores, fornecedores e clientes. A participação ativa dos *stakeholders* garante o engajamento e a criação de soluções mais eficazes para os desafios da Indústria 4.0 (IBGC, 2022).

3.2. ETAPA 2: DEFINIÇÃO DAS TECNOLOGIAS PARA A AQUISIÇÃO DOS DADOS

A segunda etapa da implementação da TD e da agenda ESG consiste na definição das tecnologias para a aquisição de dados. Após a identificação dos dados relevantes, o Comitê de Inovação e ESG, em conjunto com a alta liderança, precisa dedicar esforços para estudar os dispositivos e sistemas mais adequados aos processos e contexto da empresa. A escolha de tecnologias deve ser criteriosa e levar em conta diversos fatores, como capacidade de integração

com os sistemas existentes, segurança da informação, compatibilidade com os padrões da Indústria 4.0 e custo-benefício (DE FREITAS TORTORELLI et al., 2024).

A próxima etapa é a definição dos fornecedores de tecnologia, buscando empresas com expertise em Indústria 4.0, segurança da informação e projetos de ESG. A empresa pode recorrer a diferentes estratégias para encontrar fornecedores confiáveis, como buscar referências, consultar rankings e avaliar a reputação das empresas. O Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC) sugere a criação de um código de conduta para fornecedores e a implementação de mecanismos de autoavaliação para garantir a aderência à agenda ESG (IBGC, 2022).

Em seguida, a empresa precisa estudar a possibilidade de comprar os equipamentos e softwares ou contratá-los como serviço. A decisão deve considerar as necessidades da empresa, o orçamento disponível e a estratégia de longo prazo para a TD. Comprar garante maior controle sobre a infraestrutura e os dados, mas exige investimentos iniciais mais altos, enquanto a contratação como serviço implica em menor investimento inicial e custos fixos mensais, mas menor controle sobre a infraestrutura (CANAPARRO et al., 2021).

Para se manter na vanguarda da inovação e ter acesso às tecnologias mais recentes, a empresa deve trabalhar de forma colaborativa com universidades, *startups* e o mercado, realizando *benchmarking*. O *Benchmarking* é uma técnica para estabelecer padrões de referência para os processos internos, por meio da comparação com empresas de excelência, identificando oportunidades de melhoria e aprendendo com as melhores práticas do mercado.

Existem diversos tipos de benchmarking, como:

a) ***Benchmarking* Interno:** Comparação entre diferentes departamentos ou unidades da própria empresa;
b) ***Benchmarking* Externo:** Comparação com empresas externas, concorrentes ou não;
c) ***Benchmarking* Competitivo:** Foco na comparação com empresas concorrentes;
d) ***Benchmarking* Colaborativo:** Empresas se unem para compartilhar informações e melhores práticas;
e) ***Benchmarking* Cooperativo:** Envolve a colaboração entre empresas de diferentes setores.

A escolha do tipo de benchmarking mais adequado dependerá dos objetivos da empresa e do contexto do mercado. A colaboração com universidades e startups, por meio de parcerias de pesquisa e desenvolvimento ou programas de inovação aberta, também é fundamental para

a TD. Essas parcerias permitem à empresa ter acesso a novas tecnologias, talentos e ideias, além de fortalecer sua imagem como empresa inovadora e comprometida com a sustentabilidade (CARVALHO; REIS, 2006).

Por fim, a empresa deve buscar capitalização para projetos de ESG, demonstrando seu compromisso com a sustentabilidade e atraindo investimentos.

Estes são exemplos de fontes de capitalização:

a) **Investidores de Impacto:** Fundos de investimento que buscam retorno financeiro aliado a impacto social e ambiental positivo;
b) **Linhas de Crédito Verde:** Financiamentos com taxas de juros mais atrativas para projetos com benefícios socioambientais, como o produto BNDES Créditos de Carbono oferecido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) para incentivar projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa;
c) **Incentivos Fiscais:** Benefícios fiscais concedidos pelo governo para empresas que investem em projetos de sustentabilidade.

Além dessas fontes, a empresa pode considerar a emissão de títulos verdes (*green bonds*), que são instrumentos financeiros utilizados para captar recursos para projetos com impactos ambientais positivos. A busca por capitalização para projetos de ESG não só viabiliza a implementação da agenda ESG, mas também fortalece a imagem da empresa junto aos *stakeholders*, atraindo clientes, fornecedores e colaboradores que valorizam a sustentabilidade (FERREIRA; PANHAN, 2023; IBGC, 2022). As vantagens de se adequar à indústria 4.0 e aderir uma agenda ESG é mostrada na Figura 3.



Figura 3 – Benefícios da Indústria 4.0 e ESG

Fonte: Adaptado de Ferreira e Panhan (2023).

3.3. ETAPA 3: CRIAÇÃO E TESTES DE PROTÓTIPOS

Com as tecnologias de aquisição de dados definidas, a Etapa 3 do projeto de TD se concentra na criação e testes de protótipos, utilizando a metodologia ágil *Scrum* para garantir flexibilidade, adaptabilidade e entregas incrementais de valor. O objetivo é transformar os dados em soluções tangíveis que atendam às necessidades dos *stakeholders* e impulsionem a inovação na empresa, similar à ideia de que as organizações precisam desenvolver a capacidade de serem mais ágeis e inovadoras. O *Scrum*, como *framework*, visa ajudar pessoas, times e organizações a gerar valor por meio de soluções adaptativas para problemas complexos (SUTHERLAND; SCHWABER, 2020).

Primeiramente, são definidos os papéis dentro do *framework Scrum*. Definir esses papéis é essencial para o sucesso do projeto. O *Product Owner* será o responsável por definir e priorizar as funcionalidades, traduzindo a visão do projeto para o time e representando os *stakeholders*. O *Scrum Master*, por sua vez, atuará como facilitador, removendo obstáculos e assegurando a aplicação correta da metodologia, atuando como um líder de equipe que garante a aderência ao processo. Finalmente, o Time *Scrum*, composto por uma equipe multidisciplinar, será responsável pelo desenvolvimento das soluções (NISHIJIMA; DOS SANTOS, 2013; REICHWEIN et al., 2020).

Com os papéis definidos, o Comitê, com o apoio do Time *Scrum*, inicia a elaboração do *Project Backlog*, uma lista detalhada de todas as funcionalidades a serem desenvolvidas durante o projeto. É crucial que o *Product Backlog* seja refinado e atualizado constantemente, garantindo que ele reflita as necessidades atuais do projeto e dos *stakeholders*. A priorização das tarefas dentro do *Backlog* se dá por critérios como valor para o negócio, urgência e dependência entre as atividades, garantindo que o time se concentre nas entregas mais importantes (VIDAL ARTAL; MIRALBÉS BUIL, 2022). Definir um produto mínimo viável (*minimum viable product* - MVP) é uma etapa crucial nesse processo. O MVP consiste na versão mais simples do produto que pode ser lançada no mercado para obter *feedback* dos usuários. A partir da análise do *feedback*, o produto pode ser iterativamente aprimorado (LEE; GEUM, 2021). Paralelamente, o Comitê, com o apoio do time Scrum, elabora o Plano de Ação (5W2H). Essa ferramenta detalha o que será feito (*What*), por que será feito (*Why*), onde será feito (*Where*), quando será feito (*When*), por quem será feito (*Who*), como será feito (*How*) e quanto custará (*How much*), fornecendo uma visão completa e organizada das ações a serem executadas (DA SILVA et al., 2021).

Com os dados coletados do plano de ação, as reuniões inerentes ao *Scrum*, como *Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review e Sprint Retrospective*, são agendadas. As retrospectivas ágeis, por exemplo, podem ter um impacto positivo na colaboração de equipes de desenvolvimento distribuídas, como demonstrado no estudo de caso da *Bosch Engineering GmbH* (DUEHR et al., 2021). Essas reuniões garantem a comunicação eficaz entre os membros do time, o acompanhamento do progresso das atividades e a adaptação do plano conforme necessário, reforçando a flexibilidade e a adaptabilidade da metodologia. O desenvolvimento de protótipos de *hardwares, softwares*, relatórios e *dashboards*, utilizando os dados adquiridos, é o ponto central da Etapa 3. O Time *Scrum* trabalha em ciclos curtos de trabalho, chamados *Sprints*, com duração pré-definida, focando em entregar uma versão funcional do protótipo ao final de cada ciclo (NISHIJIMA; DOS SANTOS, 2013; VIDAL ARTAL; MIRALBÉS BUIL, 2022). O objetivo de cada *Sprint* pode ser a entrega de uma parte do MVP, permitindo validar as funcionalidades mais importantes com os usuários (LEE; GEUM, 2021). A metodologia ágil permite que os protótipos sejam testados e refinados continuamente, incorporando o *feedback* dos *stakeholders* e adaptando-se às mudanças de requisitos. No contexto da Indústria 4.0, a aplicação do *Scrum*, uma metodologia ágil, demonstrou ser eficaz na gestão de projetos de inovação universitários, adaptando-se às necessidades de entregas rápidas e frequentes (VIDAL ARTAL; MIRALBÉS BUIL, 2022). Há um estudo de caso da Petrobras utilizando uma

abordagem *Lean R&D* que integra o *Scrum* para entregas rápidas de MVPs em projetos de TD, incluindo atividades de pesquisa e desenvolvimento (KALINOWSKI et al., 2020).

O processo de testes dos protótipos segue o ciclo "ERRAR - APRENDER - COMUNICAR", fundamental para a cultura de inovação. Erros são vistos como oportunidades de aprendizado, e a comunicação transparente entre o Time *Scrum*, o *Product Owner* e os *stakeholders* garante que o aprendizado seja compartilhado e incorporado ao desenvolvimento do projeto (WITCZAK; KIPPER; GROLLI, 2023).

Finalmente, a Etapa 3 se encerra com o mapeamento de processos e a criação de normas a partir das soluções desenvolvidas e validadas (MATIAS et al., 2023). O objetivo é documentar o conhecimento gerado durante o processo de criação e testes de protótipos, garantindo a replicabilidade das soluções e a sua incorporação à cultura organizacional (PEREIRA; BARBOSA; DUARTE, 2020).

3.4. ETAPA 4: IMPLEMENTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS

A Etapa 4 marca o início da materialização da TD, com a implementação das tecnologias selecionadas e validadas nas etapas anteriores. A metodologia *Scrum* continua sendo o alicerce para garantir uma implementação ágil, iterativa e focada na entrega de valor. Para tanto, a definição da equipe de implementação é crucial, com a nomeação do *Product Owner, Scrum Master* e Time *Scrum*. É essencial definir os papéis dentro do *framework Scrum* para o sucesso do projeto (SUTHERLAND; SCHWABER, 2020; NISHIJIMA; DOS SANTOS, 2013). O *Product Owner,* representando os *stakeholders*, será o responsável por definir e priorizar as funcionalidades a serem implementadas, traduzindo a visão estratégica do projeto para o time. O *Scrum Master*, por sua vez, atuará como facilitador, garantindo a aplicação correta da metodologia *Scrum* e removendo os obstáculos que impedem o progresso do time, atuando como um líder de equipe que garante a aderência ao processo. Finalmente, o Time *Scrum*, composto por profissionais com diferentes expertises, será responsável pela execução das tarefas de implementação (RIGBY; ELK; BEREZ, 2020).

Paralelamente à formação do time *Scrum*, é crucial identificar os usuários-chave da operação que serão diretamente impactados pelas novas tecnologias. Esses usuários, com seu conhecimento prático e expertise, fornecerão *feedback* valioso durante o processo de implementação, garantindo que as soluções atendam às necessidades reais da operação. É nesse ponto que a cultura organizacional da empresa se torna crucial, pois a integração de novas

tecnologias exige uma mudança de mentalidade e a criação de uma cultura que valorize a inovação e a colaboração.

Com a equipe de implementação e os usuários-chave definidos, o próximo passo é capacitar o pessoal da operação para utilizar as novas tecnologias de forma eficiente. Treinamentos abrangentes e práticos, adaptados às necessidades específicas de cada grupo de usuários, são essenciais para garantir a adoção e o uso eficaz das tecnologias. Nesse contexto, a Gestão do Conhecimento se torna fundamental para o sucesso da implementação.

O conhecimento tácito, presente na experiência dos usuários-chave, e o explícito, documentado em procedimentos, devem ser capturados e compartilhados. A criação de mecanismos de compartilhamento de conhecimento, como comunidades de prática, *workshops* e mentorias, facilita a transferência de conhecimento entre os usuários-chave e a equipe de implementação. A utilização de plataformas de gestão do conhecimento, como *wikis*, repositórios de documentos e ferramentas de colaboração, centraliza o conhecimento e torna-o acessível a todos os envolvidos na TD. É fundamental que a cultura organizacional da empresa seja receptiva à mudança e valorize a aprendizagem contínua (PEREIRA; BARBOSA; DUARTE, 2020; INACIO; REIS, 2024).

A criação de MVPs também é crucial para testar e validar as soluções junto aos usuários-chave. O MVP permite obter *feedback* e realizar ajustes antes de investir no desenvolvimento completo do produto (RIES, 2019). Uma metodologia eficaz para determinar o MVP é a abordagem baseada em Kano, que prioriza as funcionalidades a serem implementadas (LEE; GEUM, 2021). As empresas devem adotar uma abordagem ágil para pesquisa e desenvolvimento (P&D), buscando integrar as novas tecnologias ao processo de criação de valor da empresa (KALINOWSKI et al., 2020).

A criação do *Backlog* da implementação, em colaboração com o time *Scrum* e os usuários-chave, é o próximo passo. O *Backlog* consiste em uma lista detalhada de todas as tarefas necessárias para a implementação, desde a instalação e configuração de *hardwares* e *softwares* até a integração com os sistemas legados (SUTHERLAND; SCHWABER, 2020; NISHIJIMA; DOS SANTOS, 2013). A priorização das tarefas, com base em critérios como valor para o negócio, urgência e dependência entre as atividades, garante que o time se concentre nas ações mais importantes, a ferramenta 5W2H pode ser utilizada para planejar as ações necessárias (DA SILVA et al., 2021).

A agenda de reuniões do *Scrum*, com *Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review* e *Sprint Retrospective*, deve ser definida para garantir a comunicação eficaz, o acompanhamento

do progresso e a adaptação do plano conforme necessário. As retrospectivas ágeis são ferramentas valiosas para promover a colaboração em equipes, especialmente em contextos de desenvolvimento distribuído (WITCZAK; KIPPER; GROLLI, 2023). O monitoramento constante da implementação é crucial para identificar e solucionar problemas, gerenciar riscos e garantir que o projeto esteja no caminho certo. Métricas e indicadores-chave de desempenho (KPIs), definidos em conjunto com o *Product Owner*, devem ser utilizados para acompanhar o progresso da implementação (DA SILVA et al., 2021). É fundamental manter os *stakeholders* informados sobre o andamento do projeto, compartilhando os resultados alcançados e os desafios enfrentados. A comunicação transparente e constante fortalece a confiança e o engajamento de todos os envolvidos na TD (CANAPARRO et al., 2021).

3.5. ETAPA 5: OPERAÇÃO E GERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A Etapa 5 coloca em prática a TD, com a execução de testes em ambiente real. O objetivo é coletar dados e *feedbacks* para ajustar a produção, integrar as novas tecnologias ao fluxo de trabalho e, principalmente, consolidar uma cultura *data-driven* na empresa. Essa cultura é essencial para que as organizações possam tomar decisões mais eficientes e ágeis baseadas em dados reais (DIAS et al., 2022).

Para alcançar esse objetivo, o primeiro passo é elaborar programas de produção específicos para os testes, com o escopo, os objetivos e os KPIs a serem monitorados já definidos. Esses programas devem ser representativos da operação real para gerar resultados confiáveis. É crucial agendar reuniões de *feedback* com usuários-chave, colaboradores, fornecedores e clientes participantes dos testes. A coleta de relatos sobre a usabilidade, os desafios e as oportunidades de melhoria é essencial para construir um repositório de conhecimento valioso sobre a implementação da TD (DE FREITAS TORTORELLI et al., 2024).

A gestão do conhecimento é fundamental para aproveitar o potencial do *big data* e da inteligência artificial, promovendo a inovação e a vantagem competitiva. A execução dos testes deve ser acompanhada pela equipe de implementação, garantindo a confiabilidade dos dados, o cumprimento dos programas de produção e a correta alimentação do sistema de gestão do conhecimento (INACIO; REIS, 2024). É fundamental registrar as etapas do processo, documentando as lições aprendidas, observando a importância da documentação e o papel da gestão de conteúdo na sistematização e organização da informação (PEREIRA; BARBOSA; DUARTE, 2020).

Com os testes em andamento, inicia-se a extração, transformação e carregamento (ETL) dos dados, organizando-os para análise. É recomendado seguir um *framework* que englobe a governança de dados para a Indústria 4.0, considerando os desafios específicos como o uso intensivo de *big data*, a computação em nuvem e as regulamentações. Ferramentas de *Business Intelligence* (BI) podem ser utilizadas para monitorar os KPIs e gerar *insights* a partir dos dados (ZORRILLA; YEBENES, 2022). A próxima etapa é a produção de relatos e relatórios, cruzando dados quantitativos e qualitativos para uma visão completa do impacto da TD.

Finalmente, com base nos *feedbacks*, na análise dos dados e nos relatórios, é hora de ajustar a produção, corrigindo problemas, implementando melhorias e adaptando as novas tecnologias. Manter uma abordagem iterativa e incremental é essencial, buscando a otimização contínua. A importância da comunicação transparente com os *stakeholders*, especialmente em relação às práticas e resultados ESG (IBGC, 2022).

3.6. ETAPA 6: CONTROLE

Com o sistema em plena operação e gerando informações relevantes, a Etapa 6 concentra-se no monitoramento e análise dos resultados da TD, buscando garantir que os objetivos traçados sejam atingidos e que os benefícios esperados, tanto em termos de produtividade quanto de impacto socioambiental, sejam de fato alcançados. O acompanhamento constante dos indicadores, a análise crítica dos dados e a busca por *insights* acionáveis são pilares dessa fase (FERREIRA; PANHAN, 2023; IBGC, 2022).

Para iniciar a etapa de controle, é fundamental monitorar os OKRs e KPIs definidos no planejamento da TD. Essa prática permite avaliar o progresso em relação aos objetivos estratégicos e identificar eventuais desvios. A verificação de relatórios e relatos gerados na Etapa 5, cruzando dados quantitativos e qualitativos, é crucial para ter uma visão holística do impacto da TD. É importante realizar uma análise profunda dos dados coletados, utilizando ferramentas de BI e técnicas estatísticas para identificar tendências, padrões e correlações (DIAS et al., 2022; (GENTIL FILHO; RANGEL; MEIRIÑO, 2022; INACIO; REIS, 2024; DAPKUTE et al., 2024).

O cálculo dos impactos de produtividade e socioambientais é um passo essencial para avaliar a efetividade da TD. A análise de indicadores como o Retorno sobre o Ativo (ROA) e o Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE), pode fornecer *insights* sobre o impacto financeiro, enquanto indicadores de sustentabilidade, como consumo de energia, emissão de CO2 e geração de resíduos, permitem avaliar o impacto ambiental (IBGC, 2022; GENTIL FILHO; RANGEL;

MEIRIÑO, 2022). É crucial realizar uma reunião de retrospectiva com a equipe envolvida na TD, criando um espaço para compartilhar aprendizados, identificar pontos de melhoria e celebrar os sucessos (INACIO; REIS, 2024).

A Ciência de Dados, por meio de técnicas como Aprendizado de Máquina e Inteligência Artificial, desempenha um papel crucial na Etapa 6, permitindo extrair *insights* valiosos dos dados e gerar previsões para otimizar a produção e minimizar os impactos socioambientais. A utilização de Gêmeos Digitais possibilita a simulação de cenários e a tomada de decisões mais assertivas, reduzindo riscos e otimizando processos (DAPKUTE et al., 2024).

A Etapa 6 não se limita a monitorar os resultados da TD, mas também serve como um mecanismo de aprendizado e aperfeiçoamento contínuo. A *feedback* para as etapas anteriores a partir dos *insights* obtidos na Etapa 6 é essencial para garantir que a TD seja um processo dinâmico e adaptativo, capaz de gerar valor para a empresa e para a sociedade a longo prazo (FERREIRA; PANHAN, 2023). Este processo é ilustrado na figura. 4.

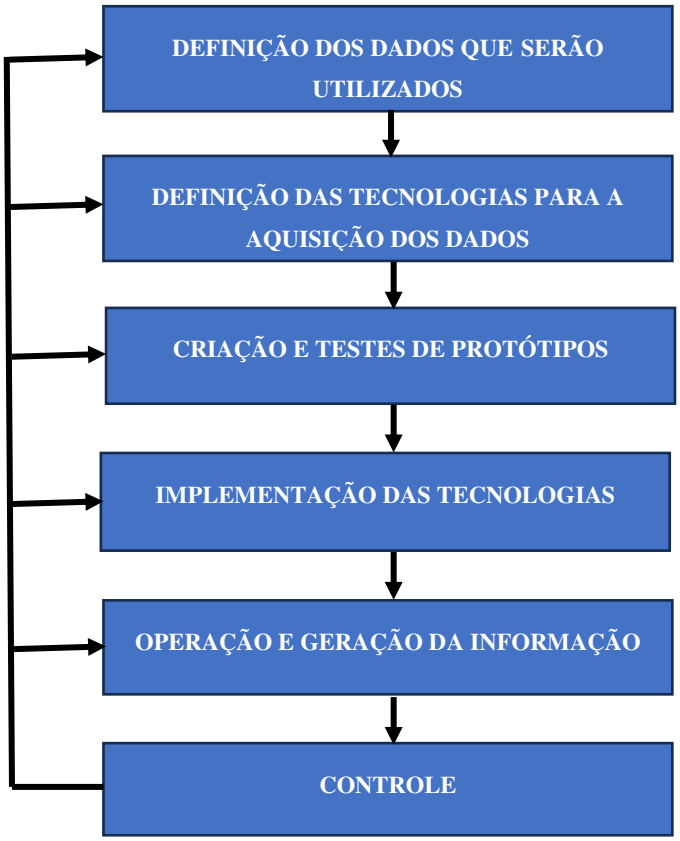


Figura 4 – Processo de melhoria contínua nas etapas para a transformação digital voltada para a governança corporativa e socioambiental

Fonte: Adaptado de Ferreira e Panhan (2023).

4. DISCUSSÕES, REFLEXÕES E DESAFIOS

O roteiro para a TD apresentado neste estudo, embora abrangente, suscita uma série de discussões, reflexões e aponta para desafios inerentes a esse processo. A convergência de tecnologias como IoT, *Big Data* e IA exigem uma mudança profunda na cultura organizacional, o que, na prática, se mostra um dos maiores obstáculos. A simples adoção de novas tecnologias sem uma mudança de *mindset* e sem o desenvolvimento de uma cultura *data-driven* pode levar a resultados decepcionantes.

Um estudo de caso da *Bosch Engineering GmbH* demonstrou o impacto positivo das retrospectivas ágeis na colaboração de equipes de desenvolvimento distribuídas. A pesquisa revelou que a implementação iterativa de retrospectivas virtuais contribuiu significativamente para a melhoria da colaboração (DUEHR et al., 2021). A experiência da Petrobras, utilizando a metodologia *Lean R&D*, corrobora a importância da abordagem ágil em projetos de TD. A integração do *Scrum* para entregas rápidas de MVPs, incluindo atividades de pesquisa e desenvolvimento, mostrou-se crucial para o sucesso da iniciativa (KALINOWSKI et al., 2020).

É fundamental analisar criticamente os resultados obtidos e considerar os desafios encontrados em outros estudos de caso. A pesquisa de Li (2018) sobre a TD de modelos de negócios nas indústrias criativas destaca que a inovação em modelos de negócios raramente se baseia em ideias inéditas. Em grande parte dos casos, a TD permite que as empresas implementem uma gama mais ampla de modelos de negócios, adaptando ideias de outros setores (LI, 2020).

As dificuldades observadas na implementação da TD ressaltam a necessidade de uma mudança cultural profunda. A resistência à mudança, a falta de talentos em áreas-chave, a infraestrutura de TI obsoleta e a dificuldade em integrar as áreas de negócio, tecnologia e sustentabilidade são obstáculos frequentes. A implementação da Indústria 4.0 e da agenda ESG exige investimento em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e uma mudança de *mindset* (DE FREITAS TORTORELLI et al., 2024; FERREIRA; PANHAN, 2023; IBGC, 2022; SOUZA; VIEIRA, 2020; LI, 2020).

Para superar esses desafios, as empresas precisam:

a) **Incentivar uma cultura de colaboração, experimentação e aprendizado contínuo:** É crucial criar um ambiente onde os erros são vistos como oportunidades de aprendizado e a comunicação transparente é valorizada;

b) **Investir em treinamento e desenvolvimento de talentos:** As empresas devem capacitar seus colaboradores para que dominem as novas tecnologias e desenvolvam as habilidades necessárias para a Indústria 4.0;
c) **Adotar uma abordagem estratégica para a TD:** A TD deve estar alinhada aos objetivos de negócio da empresa e ser guiada por uma visão de longo prazo;
d) **Integrar a sustentabilidade em todas as etapas da TD:** As empresas devem considerar os aspectos ESG desde o planejamento até a implementação da TD.

A TD é uma jornada complexa que exige planejamento, investimento e, acima de tudo, uma mudança de cultura. As empresas que se adaptarem a esse novo cenário estarão mais preparadas para enfrentar os desafios do futuro de forma mais sustentável.

5. CONCLUSÕES

O estudo apresentado neste artigo delineia um roteiro abrangente para a TD de organizações, com ênfase na mudança cultural e na integração da Indústria 4.0 à agenda ESG. A pesquisa demonstra que a TD, para ser bem-sucedida, requer uma abordagem estratégica e holística, que englobe as dimensões de negócio, tecnologia e sustentabilidade.

A criação de um Comitê de Inovação e ESG, com o apoio da alta liderança, é fundamental para liderar a mudança cultural e promover a integração da sustentabilidade em todas as etapas da transformação. A utilização de ferramentas como Análise SWOT, Canvas e BSC auxilia na análise do contexto da empresa, no mapeamento do modelo de negócio e no acompanhamento do desempenho da organização.

O roteiro proposto, estruturado em seis etapas, guia as empresas na jornada da TD, desde a definição dos dados e das tecnologias até a implementação, operação e controle do sistema. A utilização de metodologias ágeis como o *Scrum*, em conjunto com a Gestão do Conhecimento, garante flexibilidade, adaptabilidade e entregas incrementais de valor, facilitando a integração das novas tecnologias ao fluxo de trabalho da empresa.

A cultura *data-driven*, essencial para a tomada de decisão eficiente e ágil, é consolidada na etapa de operação do sistema. A etapa de controle, com o monitoramento de OKRs e KPIs, a análise de dados e a realização de retrospectivas, assegura que os objetivos da transformação digital sejam atingidos e que os benefícios esperados, tanto em termos de produtividade quanto de impacto socioambiental, sejam alcançados.

A transformação digital bem-sucedida, alinhada à agenda ESG, resulta em uma série de benefícios para as organizações:

a) Aumento da eficiência operacional e redução de custos;
b) Melhoria da experiência do cliente e fortalecimento do relacionamento;
c) Inovação de produtos e serviços;
d) Fortalecimento da imagem da empresa e atração de *stakeholders*;
e) Criação de valor para o negócio e para a sociedade como um todo.

O estudo destaca, por fim, que a TD é um processo dinâmico e contínuo, que exige aprendizado constante e adaptação às novas tecnologias e às demandas do mercado. As empresas que se comprometerem com a mudança cultural, com a integração da Indústria 4.0 à agenda ESG e com a busca por soluções inovadoras e sustentáveis estarão mais preparadas para prosperar no futuro.

REFERÊNCIAS

BENZAGHTA, M. A. et al. SWOT analysis applications: An integrative literature review. **Journal of Global Business Insights**, v. 6, n. 1, p. 55–73, mar. 2021.

CANAPARRO, A. et al. Transformação digital na indústria de alimentos: proposta de framework aplicado. **Revista Inovação Projetos e Tecnologias**, v. 9, n. 2, p. 289–308, 29 nov. 2021.

CARVALHO, L. M. C.; REIS, H. M. P. Inovação e benchmarking: uma parceria eficiente? n. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, p. 39–63, 2006.

DA SILVA, P. A. et al. Management Proposal for Consumable Item Control in an Electronic Company Using Concept of Human Reliability and Quality Tools. **European Journal of Engineering and Technology Research**, v. 6, n. 6, p. 145–153, 29 out. 2021.

DAPKUTE, A. et al. Digital Twin Data Management: Framework and Performance Metrics of Cloud-Based ETL System. **Machines**, v. 12, n. 2, p. 130, 12 fev. 2024.

DAS, P. et al. Developing a construction business model transformation canvas. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 5, p. 1423–1439, 10 jun. 2021.

DE FREITAS TORTORELLI, F. et al. Adoção da Indústria 4.0: Planejamento e desafios. **Revista Prociências**, v. 6, n. 2, p. 4–23, 4 jan. 2024.

DIAS, E. et al. Data Thinking: uma proposta metodológica para se pensar a partir de dados. **Revista Inteligência Empresarial**, v. 46, n. Especial, 2022.

DUEHR, K. et al. The positive impact of agile retrospectives on the collaboration of the distributed development teams - A practical approach on the example of Bosch Engineering GmbH. **Proceedings of the Design Society**, v. 1, p. 3071–3080, ago. 2021.

FERREIRA, E. A.; PANHAN, A. M. Indústria 4.0 como apoiadora no desenvolvimento cultural ESG das empresas: Governança Corporativa e Socioambiental agregando valor à Cadeia de Suprimentos. **Anais do 6º Congresso de Pós-graduação do IFSP - Conpog**, p. 434–440, 2023.

GENTIL FILHO, I.; RANGEL, L. A. D.; MEIRIÑO, M. J. Avaliação de indicadores de retorno econômico-financeiros com o método TODIM e critéios SMART. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 13, n. 2, 11 ago. 2022.

IBGC, I. B. DE G. C.-. **Boas Práticas para uma Agenda ESG nas organizações**. São Paulo, SP: Ibgc, 2022.

INACIO, M. C. D. S.; REIS, E. G. D. Gestão do conhecimento para a quarta revolução industrial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 3506–3521, 22 out. 2024.

KALINOWSKI, M. et al. Lean R&D: An Agile Research and Development Approach for Digital Transformation. Em: MORISIO, M.; TORCHIANO, M.; JEDLITSCHKA, A. (Eds.). **Product-Focused Software Process Improvement**. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2020. v. 12562p. 106–124.

LEE, S. F.; SAI ON KO, A. Building balanced scorecard with SWOT analysis, and implementing "Sun Tzu's The Art of Business Management Strategies" on QFD methodology. **Managerial Auditing Journal**, v. 15, n. 1/2, p. 68–76, 1 fev. 2000.

LEE, S.; GEUM, Y. How to determine a minimum viable product in app-based lean start-ups: Kano-based approach. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 32, n. 15–16, p. 1751–1767, 17 nov. 2021.

LI, F. The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. **Technovation**, v. 92–93, p. 102012, abr. 2020.

MAGISTRETTI, S.; PHAM, C. T. A.; DELL'ERA, C. Enlightening the dynamic capabilities of design thinking in fostering digital transformation. **Industrial Marketing Management**, v. 97, p. 59–70, ago. 2021.

MATIAS, T. A. et al. Desenvolvimento de um layout por meio da ferramenta de mapeamento de processos. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 7, p. 6653–6673, 12 jul. 2023.

NISHIJIMA, R. T.; DOS SANTOS, PROF. DR. J. G. The challenge of implementing scrum agile methodology in a traditional development environment. **INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS & TECHNOLOGY**, v. 5, n. 2, p. 98–108, 27 jul. 2013.

PEREIRA, F. C. M.; BARBOSA, R. R.; DUARTE, L. DA C. Integração entre gestão do conhecimento e business process management: perspectivas de profissionais em BPM. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, n. 4, p. 170–191, dez. 2020.

REICHWEIN, J. et al. On the Applicability of Agile Development Methods to Design for Additive Manufacturing. **Procedia CIRP**, v. 91, p. 653–658, 2020.

RIES, E. **A startup enxuta**. [s.l.] Editora Sextante, 2019.

RIGBY, D.; ELK, S.; BEREZ, S. **Ágil do Jeito Certo**. 1ª ed. [s.l.] Benvirá, 2020.

SANTOS, L. P. D. et al. Liderança na indústria 4.0: análise dos estilos de liderança. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 6, p. e4398, 7 jun. 2024.

SOUZA, E. M. D. M.; VIEIRA, J. D. C. Desafios da indústria 4.0 no contexto brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 5001–5022, 2020.

SUTHERLAND, J.; SCHWABER, K. **The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game**. , nov. 2020. Disponível em: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>. Acesso em: 3 jan. 2025

VIDAL ARTAL, J. F.; MIRALBÉS BUIL, R. Adaptation of the Scrum Methodology to management of university innovation projects in Industry 4.0. **DYNA MANAGEMENT**, v. 10, n. 1, p. [12P.]-[12P.], 8 fev. 2022.

WITCZAK, M. V. C.; KIPPER, L. M.; GROLLI, D. Protocolo de Mudança Cultural para a Relação Homem Máquina: **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 7, p. 11092–11105, 13 jul. 2023.

ZORRILLA, M.; YEBENES, J. A reference framework for the implementation of data governance systems for industry 4.0. **Computer Standards & Interfaces**, v. 81, p. 103595, abr. 2022.