

**DIAGNÓSTICO SOBRE AS OPERAÇÕES DA EMPRESA GAMA EM RELAÇÃO
AOS CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 SOB A PERSPECTIVA DE INOVAÇÃO DE
PROCESSOS**

*DIAGNOSIS ON THE OPERATIONS OF COMPANY GAMA IN RELATION TO THE
CONCEPTS OF INDUSTRY 4.0 UNDER THE PERSPECTIVE OF PROCESS INNOVATION*

GUSTAVO DE OLIVEIRA HANAUER
UNIVERSIDADE FEEVALE

SERJE SCHMIDT
UNIVERSIDADE FEEVALE

DUSAN SCHREIBER
UNIVERSIDADE FEEVALE

LUCIANE PEREIRA VIANA
UNIVERSIDADE FEEVALE

DIAGNÓSTICO SOBRE AS OPERAÇÕES DA EMPRESA GAMA EM RELAÇÃO AOS CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 SOB A PERSPECTIVA DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS

Objetivo do estudo

Diagnosticar os processos operacionais da empresa GAMA em relação às tecnologias da indústria 4.0 sob a perspectiva de inovação de processos. Foi realizada a análise acerca de alternativas de inovar processos operacionais por meio da adoção das tecnologias da indústria 4.0.

Relevância/originalidade

Para a empresa faz-se importante auxiliando-a no entendimento dos processos operacionais através do diagnóstico, podendo esta buscar ações inovadoras para os processos. Faz-se importante para demais empresas e gestores, evidenciando os desafios enfrentados e as lacunas encontradas no atual modelo operacional.

Metodologia/abordagem

Pesquisa descritiva, qualitativa e estudo de caso único. Coleta de dados por análise de documentos e entrevista em profundidade. Análise documental por meio de consulta a registros internos e entrevistas semiestruturadas com dois colaboradores. Análise de dados submetida a análise de conteúdo.

Principais resultados

Percebeu-se que a empresa utilizava algumas tecnologias da I.40 sem saber que pertenciam ao grupo. O diagnóstico da operação identificou gargalos de tempo e produtividade, sugerindo-se a implementação de alguma tecnologia da I.40 para inovar os processos e melhorar o gargalo identificado.

Contribuições teóricas/metodológicas

O artigo contribui para o avanço do conhecimento no tema relacionado à adoção de tecnologias da indústria 4.0 em organizações industriais do setor químico, com escassa produção científica.

Contribuições sociais/para a gestão

O estudo evidencia que uma empresa local de pequeno porte consegue, a partir de um diagnóstico da operação, inovar processos, reduzir gargalos operacionais e otimizar tempo apenas redirecionando tecnologias que já são utilizadas internamente.

Palavras-chave: Gestão de operações, Indústria 4.0, Inovação, Inovação de processos, Processos operacionais

DIAGNOSIS ON THE OPERATIONS OF COMPANY GAMA IN RELATION TO THE CONCEPTS OF INDUSTRY 4.0 UNDER THE PERSPECTIVE OF PROCESS INNOVATION

Study purpose

Diagnose the operational processes of the company GAMA in relation to industry 4.0 technologies from the perspective of process innovation. An analysis was carried out on alternatives for innovating operational processes through the adoption of industry 4.0 technologies.

Relevance / originality

For the company, it's important to help it understand the operational processes through the diagnosis, which can seek innovative actions for the processes. It becomes important for other companies and managers highlighting the challenges and the gaps found in the current operation.

Methodology / approach

Descriptive, qualitative research and single case study. Data collection by document analysis and in-depth interview. Document analysis through consultation of internal records and semi-structured interviews with two employees. Data analysis subjected to content analysis.

Main results

It was noticed that the company used some I.40 technologies without knowing that they belonged to the group. The operation's diagnosis identified time and productivity gaps, suggesting the implementation of some I.40 technology to innovate processes and improve the identified gaps.

Theoretical / methodological contributions

The article contributes to the advancement of knowledge on the topic related to the adoption of industry 4.0 technologies in industrial organizations in the chemical sector, with scarce scientific production.

Social / management contributions

The study shows that a small local company can, based on an operation diagnosis, innovate processes, reduce operational gaps and optimize time just by redirecting technologies that are already used internally.

Keywords: Innovation management, 4.0 industry, Innovation, Process innovation, Operational processes

DIAGNÓSTICO SOBRE AS OPERAÇÕES DA EMPRESA GAMA EM RELAÇÃO AOS CONCEITOS DE INDÚSTRIA 4.0 SOB A PERSPECTIVA DE INOVAÇÃO DE PROCESSOS

1 Introdução

O avanço científico e tecnológico, que se intensificou nas últimas décadas, contribuiu para alteração de cenários que caracterizam a competição entre os agentes na maioria dos setores econômicos. Destaca-se, nesta perspectiva, o advento das tecnologias da indústria 4.0, que se embasam em práticas de automação industrial e alternativas inovadoras capazes de transformar o cenário das organizações e facilitar a integração de todo o operacional das empresas (Schreiber, 2022).

As atividades de gestão de operação acontecem a todo o instante e são fundamentais para o funcionamento não apenas das indústrias, mas de todo e qualquer tipo de organização, pois através dessas atividades é possível gerir e utilizar da melhor forma os recursos destinados à produção de bens ou serviços (Peinado & Graeml, 2007). A administração da operação ou gestão de operações são atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção, os quais a partir de uma estratégia corporativa, gerenciam os recursos para obter produtos e/ou serviços. (Slack *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2001).

Pensar em estratégias inovadoras e práticas criativas para aperfeiçoar a gestão da operação tem sido o grande desafio dos gestores, que precisam lidar com a operação atual e ao mesmo tempo pensar em soluções para torná-la mais eficiente. A gestão da inovação pode desempenhar diferentes papéis dentro das organizações, podendo servir para estabelecer objetivos a serem alcançados, desenvolver uma mentalidade diferente dentro da empresa ou até mesmo influenciar decisões. Esse processo de inovação pode passar por diferentes fases e seguir vários caminhos diferentes, dependendo da organização e das suas circunstâncias, devendo os gestores responsáveis identificar a melhor estratégia e/ou ferramenta a ser utilizada (Salerno *et al.*, 2014).

Nesta perspectiva, a área de operações das empresas precisa ser pensada de forma inteligente, de tal modo que os recursos sejam muito bem aproveitados, pois adotar uma estratégia incorreta pode comprometer a sobrevivência da organização e prejudicar todo o trabalho realizado. Desta maneira, o entendimento sobre quais tecnologias podem ser adotadas acaba sendo uma questão delicada, levando os gestores a aprofundar ideias emergentes e inovadoras, como as tecnologias da indústria 4.0, por exemplo, a qual engloba um conjunto de ferramentas digitais que propõe uma alteração radical nas operações das indústrias tradicionais (Schreiber, 2022).

Diante deste cenário, este artigo procurou observar o passado recente (ações, políticas, projetos, recursos) de uma empresa de pequeno porte localizada no sul do Brasil, para então, a partir dessa observação, diagnosticar a operação empresarial em relação à indústria 4.0, identificando as possíveis lacunas deixadas pela operação atual e verificando quais inovações poderiam ser replicadas na operação atual.

Este estudo foi realizado na empresa GAMA, codinome utilizado para preservar a verdadeira identidade. A empresa está localizada no Estado do Rio Grande do Sul, na região do Vale do Sinos e Paranhana. Uma empresa de pequeno porte, com mais de 30 anos de atividade no território brasileiro, atuando com fabricação de adesivos, solventes e selantes voltados para os segmentos calçadista, náutico, estofados e moveleiro.

Para a empresa estudada, este artigo faz-se importante auxiliando-a a entender melhor os seus processos operacionais através do diagnóstico recebido em relação à indústria 4.0, conceito atual e que vem se intensificando cada vez mais no âmbito empresarial. A partir do

diagnóstico recebido, a empresa poderá buscar futuramente ações sobre como estes processos poderiam ser inovados e aperfeiçoados através da implementação de tecnologias atuais do conceito de indústria 4.0, visando um melhor aproveitamento da operação como um todo e de recursos como tempo e dinheiro, pois, de acordo com Schreiber (2022), uma operação inovadora e abastecida pelas tecnologias corretas pode gerar resultados cada vez mais positivos.

Entende-se importante também para demais empresas de pequeno porte e microempresas, pois este estudo, por ser um diagnóstico sobre a operação, aponta os desafios enfrentados e as lacunas encontradas no atual modelo operacional, bem como uma análise realista e contextualizada sobre os conceitos de indústria 4.0 e as possíveis inovações que podem ser implementadas futuramente por empresas do mesmo segmento e que ainda não possuem tais estratégias e conhecimentos, tornando-os, assim, acessíveis para realidades semelhantes.

O objetivo deste estudo é diagnosticar os processos operacionais da empresa GAMA em relação às tecnologias da indústria 4.0 sob a perspectiva de inovação de processos. Será realizada a análise acerca de alternativas de inovar processos operacionais por meio da adoção das tecnologias da indústria 4.0, sendo o problema de pesquisa identificado: Quais são as alternativas para inovar processos operacionais adotando tecnologias da indústria 4.0?

Neste estudo utiliza-se uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e método de estudo de caso único (Gil, 2008; Malhotra, 2012). Utilizou-se como coleta de dados a análise de documentos e a entrevista em profundidade (Prodanov & Freitas, 2009). A análise documental foi realizada por meio de consulta aos registros internos da empresa analisada. A entrevista foi realizada com o químico responsável da empresa e com o diretor de planejamento estratégico. Como técnica de análise de dados, utilizou-se a análise de conteúdo, conforme Bardin (2009).

Referente à estrutura deste trabalho, ele está dividido nas seguintes seções: (2) fundamentação teórica, a qual foi subdividida em três tópicos, sendo eles (i) gestão de operação; (ii) inovação e; (iii) tecnologias da indústria 4.0; (3) metodologia; (4) resultados e análises; (5) considerações finais e; por fim as referências.

2 Gestão de Operações

As atividades de produção existem em todo o lugar e precisam ser bem administradas independentemente do tipo da organização, pois elas acontecem a todo o instante e são fundamentais para que haja equilíbrio nas operações e no funcionamento da organização (Peinado & Graeml, 2007).

Atividades de produção (ou da operação) são atividades que estão diretamente ligadas ao processo produtivo, independentemente do tipo de material que compõe o produto, pois tratam da maneira em que as organizações utilizam seus processos para produzir bens ou serviços, mas não significando, necessariamente, o tradicional chão de fábrica, composto por operários, máquinas e linhas produtivas. As atividades de operação, termo este que passou a ser utilizado com o avanço dos conceitos empresariais, ressalta a ampliação no escopo das atividades administrativas, passando a abranger todo e qualquer tipo de organização e não apenas indústrias de transformação de bens tangíveis (Peinado & Graeml, 2007).

Ainda conforme os autores, visando um melhor funcionamento e melhor adaptação para cada cenário diferente em cada organização, as atividades de operação precisaram andar lado a lado com a administração, cuja função é planejar, organizar, liderar e controlar o trabalho e utilizar da melhor maneira a os recursos disponíveis.

Diante deste contexto surge a administração (gestão) de operações, que nada mais é do que uma operação bem administrada e organizada, e que pode ser definida como um conjunto

de tarefas, atividades e responsabilidades designadas aos gerentes de produção, que a partir de uma estratégia bem definida, conseguem gerir os recursos da organização para obter melhores resultados na obtenção de produtos e serviços (Slack *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2001).

Originalmente conhecida como gestão de produção, a *Operation Management*, ou gestão de operações, era associada a áreas típicas como controle de estoque, previsão, programação e layout do processo. Posteriormente, passou a ser reconhecida como gerenciamento de produção e operação, adicionando operações de serviço no foco de gerenciamento de fábrica (Shang *et al.*, 2015). Sendo assim, tem-se um conceito que surge primeiramente na gestão da fábrica, passando pela gestão da produção e chegando em gestão de operações, cujas transformações conceituais e metodológicas aconteciam de maneira acelerada e, conseqüentemente, causaram grande impacto na atividade empresarial (Martins *et al.*, 2010).

Por envolver toda a organização e estar presente em praticamente todos os modelos operacionais, percebe-se a gestão de operações como um campo dinâmico e que vem se desenvolvendo e crescendo à medida em que vai aumentando o entendimento por parte das empresas e seus gestores sobre a complexidade das funções de produção e das operações de negócio que vão surgindo no âmbito empresarial dia após dia e que necessitam cada vez mais de estruturas e estratégias bem definidas (Choi, Cheng & Zhao, 2016).

Diante do contexto, a primeira responsabilidade de qualquer gestor de operação é entender o objetivo do negócio e o que se está tentando atingir, implicando em uma visão clara sobre como a operação deve contribuir para que se atinja os objetivos no longo prazo. A partir desse entendimento, Slack (2002) afirma que quase todas as organizações terão na sua operação três funções centrais, sendo elas (i) função marketing, pois todas as empresas precisam vender seus serviços; (ii) função produção, que visa satisfazer seus clientes a partir da produção e entrega dos pedidos e; (iii) função desenvolvimento de produto/serviço, cujo papel é criar produtos e pensar em maneiras de satisfazer os clientes no futuro através de melhorias.

A gestão de operações é tão importante para as organizações pois sua principal tarefa é transformar o pedido de um cliente em uma entrega, e por este motivo considera-se a gestão de operação como a mais importante função empresarial, pois é através deste processo que as exigências do cliente serão atendidas. (Marcousé, Gillespie & Surridge 2013).

Na sequência, a figura 1 ilustra o papel central da gestão de operações, conforme Marcousé, Gillespie e Surridge (2013, p. 8):

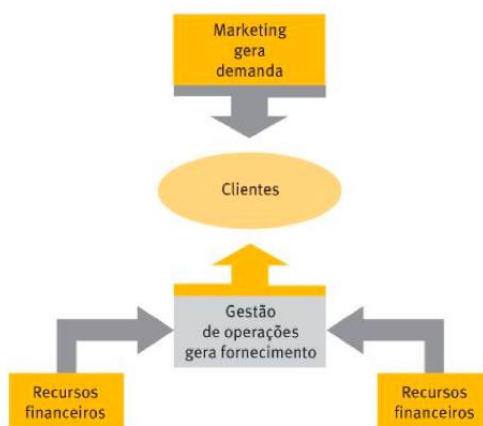


Figura 1. O papel central da gestão de operações

Fonte: De “Gestão de operações”, de I. Marcousé, A. Gillespie e M Surridge, 2013, *Saraiva Educação SA*, p. 8.

Na figura 1 pode-se perceber o papel central da gestão de operações, tendo o marketing como o gerador de demanda, a gestão de operações gerando o fornecimento para atender à

demanda e, como fonte de apoio à gestão de operação, os recursos financeiros, que devem suportar e proporcionar as condições necessárias.

Na visão de Marcousé, Gillespie e Surridge (2013), a gestão de operações é organizada em 5 etapas principais, sendo elas: (i) *Design*: O processo começa com o desenvolvimento de um novo produto ou serviço para atender desejos de um tipo particular de cliente, ou seja, não existe um padrão geral para desenvolvimento, mas sim uma necessidade específica a ser atendida; (ii) Cadeia de suprimentos: Envolve a fábrica, ou seja, o coração da operação, onde uma coleção de peças ou materiais será transformada em produto. Considera-se desde o recebimento de matéria prima até a entrega para o cliente. Com uma fábrica bem administrada, a empresa estabelece pontos-chave na cadeia de suprimentos e evita desperdícios desnecessários; (iii) Fornecedores: A empresa deve selecionar corretamente os fornecedores e confiar no processo e disponibilização dos produtos, além de negociar preços atrativos para que se possa administrar financeiramente o negócio; (iv) Administração da qualidade: A empresa precisa encantar o cliente e não meramente satisfazê-lo. Tal conquista se faz possível simplesmente praticando a honestidade, sendo receptivo e cumprindo com aquilo que foi prometido, entregando o produto no tempo combinado e prestando um bom atendimento; (v) Utilizar a tecnologia de maneira eficaz: Ter a informação disponível de maneira rápida e eficaz, administrando seus processos rotineiros de maneira satisfatória do fornecimento até a entrega. A tecnologia como ferramenta para otimizar processos e garantir a agilidade e a segurança na operação.

É importante considerar que grandes transformações vão acontecendo no âmbito competitivo de forma geral, obrigando as organizações (através de seus gestores) a pensar em maneiras de promover mudanças na visão estratégica e na forma como os modelos operacionais são utilizados para que o gerenciamento total das operações possa se adaptar a essas transformações. Se antes as responsabilidades operacionais diziam respeito somente às suas próprias unidades produtivas, hoje tem-se uma visão integrada e direcionada não apenas para a parte interna da empresa, mas para fora também (Fusco & Sacomano, 2007).

2.1 Inovação

A inovação é considerada por diversos autores como uma forte vantagem competitiva em ambientes de constante transformação, pois a capacidade de inovar e se reinventar pode ser considerada o determinante mais importante em uma empresa. (Crossan & Apaydin, 2010).

As primeiras definições sobre o termo inovação surgiram na década de 1920 por Schumpeter e enfatizavam a novidade, refletindo em novos resultados, sejam eles um bem ou uma qualidade, um método ou uma nova fonte de abastecimento, por exemplo, resumindo-se em fazer as coisas de uma maneira diferente. No entanto, considera-se praticamente impossível fazer as coisas de uma maneira idêntica, tornando assim qualquer mudança ou alteração uma inovação por definição (Hansen & Wakonen, 1997).

De acordo com Crossan e Apaydin (2010, p. 1155), inovação pode ser definida como “produção ou adoção, assimilação e exploração de uma novidade com valor agregado nas esferas econômica e social; renovação e ampliação de produtos, serviços e mercados; desenvolvimento de novos métodos de produção; e estabelecimento de novos sistemas de gestão. É um processo e um resultado.”

O processo de inovação pode ser entendido como um processo pré-definido de fases, sendo elas (i) geração de ideias; (ii) seleção; (iii) desenvolvimento e; (iv) lançamento/difusão/vendas, podendo as empresas seguir por vários caminhos diferentes, não necessariamente seguindo um padrão, mas sim moldando o percurso de acordo com a realidade em que estão inseridas e particularidades de cada uma, pois a forma como as empresas

organizam o seu negócio vai depender da natureza do ambiente em que essa empresa está inserida, sustentando assim a ideia de que cada empresa pode apresentar um modelo diferente de processo. Essas diferenças influenciam nos pontos iniciais e finais de cada processo de inovação particular, sendo assim, cabe a cada organização gerir seus esforços internamente para que seja desempenhado o seu papel e para que se garanta as entregas de uma maneira distinta. (Salerno *et al.*, 2014).

Complementam os autores que a inovação é considerada o único processo gerencial que consiste em um conjunto de atividades primárias, iniciando com a geração de ideias, seguindo da resolução de problemas, da qual a alternativa seria uma solução tecnológica ou uma invenção, partindo para a implementação, onde o produto é de fato a introdução no mercado e, por fim, a difusão, cujo objetivo é impactar econômica e significativamente os resultados da empresa. Para Cooper (2008), o processo de inovação é iniciado a partir dessa geração de ideia e finalizado com o lançamento do produto, utilizando a expressão “da ideia ao lançamento” para contextualizar tal conceito.

Os tipos mais importantes de inovação são as inovações em processos e produtos, estando estes relacionados aos conceitos de inovação tecnológica. Diante disso, o processo de inovação, que em grande maioria é capaz de promover crescimento econômico e desenvolvimento social, apresenta-se como um tema chave para entender a criação e o desenvolvimento das empresas, surgindo, a partir desse propósito, o termo *open innovation*, (inovação aberta, na tradução), que é considerado uma faceta interconectada do processo de inovação e serve para aplicar entradas e saídas de conhecimento para promover e facilitar a inovação dentro das empresas (Tidd, Bessant & Pavitt, 2008; Silva *et al.*, 2020).

A OI (*open innovation*) alimenta e incentiva a inovação e o desempenho econômico através do transbordamento de conhecimento, existindo três principais formas básicas da inovação aberta nas empresas, sendo elas (i) *inbound*, processo cuja empresa deve adquirir conhecimento externo; (ii) *outbound*, que acontece quando a empresa transfere conhecimento para algum agente externo e; (iii) *acoplada*, que corresponde aos dois processos anteriores funcionando simultaneamente. Esses fluxos podem ser pecuniários ou não pecuniários, dependendo dos interesses dos seus respectivos processos de cooperação. Sempre que a OI envolver relacionamentos contínuos entre as empresas e qualidade nas relações humanas, haverá êxito na sua implementação, destacando assim o papel fundamental que um clima organizacional bem estabelecido e em harmonia desempenha nos processos de OI, sendo fundamentais as relações formais e informais entre empresas e a existência de confiança mútua durante o processo (Silva *et al.*, 2020).

Complementam ainda os autores que o processo de busca pela inovação aberta consiste principalmente em monitorar o ambiente externo e encontrar oportunidades que possam trazer a inovação e inovação sustentável para dentro da empresa através de ideias e de tecnologias recentes, como as tecnologias da indústria 4.0, que podem auxiliar no melhor desempenho e desenvolvimento do seu negócio.

2.2 Indústria 4.0

Diante do contexto de inovação e de busca por novas tecnologias, impulsionado pelo avanço científico e tecnológico que vem ocorrendo nas últimas décadas, as empresas estão cada vez mais necessitadas de alternativas que possam otimizar a sua operação e tornar a sua manufatura mais eficiente e economicamente viável.

Para Roblek *et al.* (2016), é possível representar a tecnologia em três categorias: (i) na categoria física, através de máquinas e equipamentos; (ii) na categoria humana, através das

habilidades e experiências dos colaboradores e (iii) na categoria organizacional, pelos sistemas de produção e procedimentos de qualidade.

O conceito de indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, surge como alternativa para modificar a maneira de gerir a operação das empresas através de tecnologias digitais emergentes e inovadoras, que facilitam o desenvolvimento a partir de diferentes maneiras de atingir os resultados através da reestruturação dos processos (Schreiber, 2022).

Para Cordeiro, Reis e Fernandes (2023), o termo indústria 4.0 (I4.0) é utilizado para representar o novo ciclo produtivo que surgiu com a nova revolução industrial, e é definido como a capacidade de integrar os sistemas ao longo das várias etapas do processo de produção, além de permitir a tomada de decisões descentralizadas a partir do menor número de intervenções possíveis. Ainda conforme os autores, ao adotar técnicas que aumentam a conectividade, automatizam e digitalizam os processos dentro da operação, pode-se permitir uma maior flexibilização das cadeias e, conseqüentemente, aumentar o potencial produtivo, transformando tais mudanças em impactos financeiros, sustentáveis e de segurança nos processos.

Implementar o conceito de indústria 4.0 com sucesso na operação da empresa depende de uma preparação prévia e um estudo detalhado sobre as mudanças que podem ou não acontecer, pois adotar uma tecnologia incorreta pode prejudicar a saúde da empresa e causar sérios prejuízos (Schreiber, 2022).

Dentre às tecnologias da indústria 4.0 disponíveis, podemos citar os CPS (sistemas ciberfísicos), IoT (internet das coisas), computação cognitiva, controle de sistemas baseados no banco de dados apropriado (big data), entre outros, cada um com sua funcionalidade e peculiaridade dentro da operação. (Schreiber, 2022; Cordeiro, Reis & Fernandes, 2023).

Na sequência, ainda conforme os autores, um breve detalhamento sobre algumas das principais tecnologias utilizadas: (i) CPS: Sistemas ciberfísicos são construídos por meio da união entre sistemas físicos e digitais. Estes sistemas consistem em objetos que são conectados entre si via internet e para formar um único sistema em rede, permitindo às empresas um aumento de produtividade e uma rápida reação a falhas e defeitos nos processos. Como exemplo desta tecnologia pode-se citar a comunicação máquina a máquina, a robótica avançada e a manufatura digital; (ii) IoT: Surge com o conceito inicial de que todas as coisas estão conectadas entre si pela internet. Essa ferramenta é responsável pela conectividade da rede e pela comunicação pela internet e por meio de tecnologias através da troca mútua de dados e informações. (iii) Computação cognitiva: A adoção de ferramentas de inteligência artificial para que o processo seja capaz de tomar decisões descentralizadas, como por exemplo o aprendizado de máquina, utilizando a construção de determinados modelos para descobrir padrões em grandes conjuntos de dados; (iv) Big data: Ferramenta que armazena um elevado volume de dados, os quais são processados em uma velocidade muito elevada, algo que seria extremamente complexo se realizado pelos métodos tradicionais. Por meio desta ferramenta as tecnologias da indústria 4.0 podem extrair dados com a intenção de processá-los rapidamente a fim de fornecer informações o suficiente para uma tomada de decisão assertiva e eficiente.

Todas essas tecnologias sofisticadas apresentadas anteriormente dependem da implementação e adaptação de várias outras combinações de tecnologias da informação, como IoT, por exemplo, que vai depender da integração com algum tipo de inteligência artificial, sensores inteligentes, dados em nuvem etc. De uma maneira geral, nenhuma das tendências tecnológicas da I4.0 consegue operar de forma independente, pois os computadores, materiais e máquinas inteligentes se comunicam, interagem com o ambiente e são capazes de eventualmente tomar decisões sem a necessidade de intervenção humana, ou com o mínimo de intervenção possível (Ghobakhloo, 2020).

3 Metodologia

Neste estudo é utilizada uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, com método de estudo de caso único realizado na empresa de codinome GAMA (Gil, 2008; Malhotra, 2012). Utilizou-se a coleta de dados empíricos por meio de entrevistas em profundidade e análise documental (Prodanov & Freitas, 2009).

As entrevistas tinham o objetivo de entender como funciona a operação da empresa atualmente, quais são os processos operacionais existentes, os maquinários e equipamentos utilizados nos processos, as tecnologias disponíveis, os investimentos realizados, enfim, esclarecer para o pesquisador o modo de operar da empresa e o histórico recente de atividades, bem como o entendimento dos entrevistados sobre a operação atual e sobre as tecnologias e oportunidades que poderiam ser agregadas.

Para a aplicação da entrevista foi desenvolvido um roteiro de questões elaboradas com base nos conceitos apresentados na revisão teórica. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas. Na empresa estudada atuam onze colaboradores, distribuídos nos setores administrativo, industrial e comercial. De acordo com uma avaliação interna na empresa, entende-se que aqueles colaboradores que atuam diretamente em decisões operacionais estratégicas são o químico responsável, do setor industrial, o atual gestor e o diretor de planejamento estratégico, que atuam no setor administrativo. Portanto, para a realização das entrevistas considerou-se a participação destas três pessoas. No entanto, o atual gestor não estava disponível e não participou, sendo as entrevistas realizadas com o químico responsável, o qual é colaborador há quase 10 anos e possui entendimento e conhecimento sobre as operações atuais, e com o diretor de planejamento estratégico, que também entende sobre a operação e processos da empresa.

As duas pessoas entrevistadas são homens, com idades de 30 e 60 anos e atuam na operação da empresa. Em relação ao tempo de trabalho dentro da empresa, um deles atua há 9 anos e outro atua há 7 anos. Os entrevistados foram identificados pelas siglas C1 e C2, conforme o quadro 1, que sintetiza as informações de setor, função e tempo de experiência:

ENTREVISTADO	SETOR	FUNÇÃO	EXPERIÊNCIA NA EMPRESA
C1	Administrativo	Diretor de Plan. Estratégico	7 anos
C2	Industrial	Químico	9 anos

Quadro 1. Síntese de entrevistados

As entrevistas com o químico e com o diretor foram realizadas nos dias 23 de junho de 2023 e 28 de julho de 2023, respectivamente, nas dependências da empresa, com duração de aproximadamente 40 minutos cada uma. Ambas as entrevistas foram gravadas utilizando o smartphone do pesquisador e posteriormente transcritas utilizando o programa de computador Word.

Para a análise documental, elaborou-se um checklist de itens visando nortear a coleta dos dados e verificar a existência destes documentos. Aqueles arquivos que estavam disponíveis foram providenciados pela empresa e se encontravam nos arquivos internos, como por exemplo o sistema ERP da empresa, os arquivos com relatórios de controle de produção, os laudos químicos gerados pelos responsáveis técnicos, o histórico de licenças, arquivo permanente e demais documentos administrativos, todos visando entender o funcionamento da operação e possíveis lacunas deixadas em relação ao conceito estudado.

Para a análise dos dados empíricos deste estudo utilizou-se a técnica de análise de conteúdo, conforme Bardin (2009). A análise de conteúdo se aplica para analisar discursos

muito diversificados ou com uma enorme quantidade de informação, buscando classificá-las por meio de uma categorização. Para este estudo o pesquisador orientou-se por três etapas: pré-análise, com a elaboração do roteiro de perguntas e checklist dos itens, bem como a estruturação das ideias principais; etapa de análise, com a organização dos gráficos e sintetização das respostas obtidas e a definição das categorias, sendo elas (i) a situação atual dos processos operacionais; (ii) alternativas para inovar determinados processos operacionais e; (iii) viabilidade de inovar os processos operacionais a partir da adoção de determinadas tecnologias da indústria 4.0; por fim, a etapa de tratamento de dados, na qual foi realizada a delimitação dos resultados, interpretações, análises, inferências e sugestões de melhorias.

O modelo de roteiro de perguntas para elaboração das entrevistas e checklist de itens para análise documental estão disponíveis nos apêndices, bem como as respostas na íntegra das entrevistas. Os dados foram coletados entre junho de 2023 e julho de 2023, e a análise dos dados ocorreu entre junho e agosto de 2023.

As questões de entrevistas e itens do checklist utilizados para levantamento documental relacionam-se com as categorias de análise, definidas na etapa de planejamento da pesquisa. Pretende-se, em cada categoria de análise, comparar o teor das respostas dos entrevistados, com os registros do levantamento documental, estabelecendo a relação com a teoria revisada, demonstrando convergências ou divergências.

Na sequência, o quadro 2 sintetiza as categorias de análise e as respectivas perguntas de cada uma delas:

CATEGORIAS DE ANÁLISE	PERGUNTAS REALIZADAS NA ENTREVISTA	ITENS DO CHECKLIST
Situação atual dos processos operacionais	Quais são os processos operacionais da empresa, desde a entrada do pedido até a entrega do produto para o cliente?	Organograma
	Quais tipos de máquinas e equipamentos são utilizados no processo operacional?	Fluxogramas
	Quais técnicas e ferramentas de gestão de produção são utilizadas no processo operacional?	Manuais de gestão da qualidade
	Quais tecnologias digitais/ de conectividade/ da indústria 4.0 são utilizadas atualmente no processo operacional?	Manuais operacionais POP's
Alternativas para inovar determinados processos operacionais	Quais etapas do processo operacional seriam beneficiadas a partir da adoção das tecnologias da indústria 4.0, sob a perspectiva de maior eficiência, produtividade, redução de custos, sustentabilidade?	Sistemas internos de registros e de controles Critérios utilizados no processo decisório
Viabilidade de inovar os processos operacionais a partir da adoção de determinadas tecnologias da indústria 4.0	Que tipo de inovações de processo e de produto ocorreram na empresa nos últimos cinco anos?	Decisões de investimento em inovação de produtos e processos
	Quais foram os motivos das inovações serem implementadas?	Decisões de investimento em novas máquinas e equipamentos

Quadro 2. Categorias de análise

4 Análise dos resultados e Discussões

Neste tópico são descritos como ocorre a operação e a inovação dos processos operacionais da empresa.

4.1 A operação da empresa GAMA

Para entender melhor sobre o funcionamento da empresa e como o processo decisório e a organização das tarefas são estruturados, é interessante analisar o organograma empresarial, o qual foi fornecido pela empresa e faz parte do conjunto de documentos recebidos para análise.

Na figura 2 apresenta-se o organograma atual da empresa GAMA:

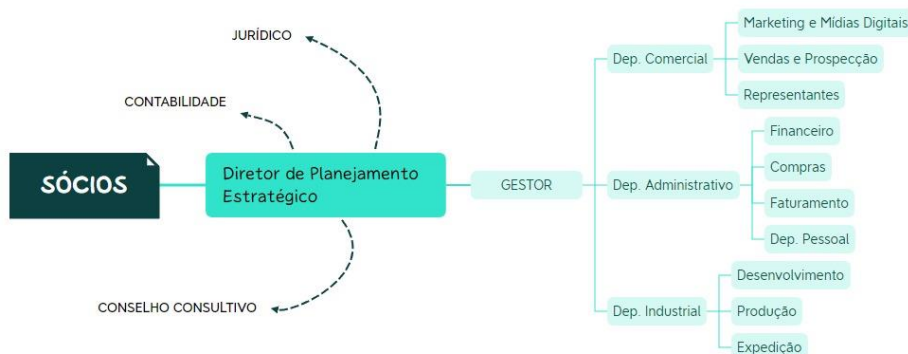


Figura 2. Organograma da empresa
Fonte: Empresa GAMA (2023)

Percebe-se pela análise do documento que foi fornecido que existe uma hierarquia bem estruturada, começando pelos sócios, seguido pelo diretor de planejamento estratégico, que na realidade é um integrante do conselho consultivo e que se faz presente e interage com a equipe semanalmente e, na sequência o gestor, que faz toda a gestão da operação e controla o funcionamento integral da empresa. Percebe-se que na empresa existem bem definidas as três funções centrais no seu organograma (marketing, produção e desenvolvimento), conforme Slack (2002), comprovando que existe uma preocupação com vendas, satisfação do cliente e melhorias constantes.

Em relação ao processo decisório, cabe explicitamente ao gestor decidir o que será ou não realizado, estando os embasamentos de decisões apoiados nos seguintes critérios: (i) a urgência e a necessidade; (ii) a análise de dados e a viabilidade de implementação e; (iii) a análise de viabilidade financeira. Pode-se perceber que todas as decisões são embasadas em três pilares, devendo primeiramente verificar a urgência de determinada situação, para então verificar a viabilidade de implementação e, por fim, a etapa mais importante que seria a viabilidade financeira. Estando tudo de acordo, então o processo decisório é finalizado com a aprovação por parte do gestor. Esses mesmos critérios também são utilizados nas decisões de investimento em inovação de produtos e processos e decisões de investimento em máquinas e equipamentos.

Para entender melhor sobre o processo como um todo, como parte da análise documental, a empresa disponibilizou um fluxograma do processo produtivo, exemplificando como funciona a operação de produção atualmente. A figura 3 ilustra o fluxograma recebido:



Figura 3. Fluxograma do processo produtivo
Fonte: Empresa GAMA (2023)

No processo apresentado na figura 3, conforme relatado pelo químico responsável, quando a etapa é aprovada no item 5 (controle de qualidade), a próxima etapa é o envase, que é realizada de maneira manual, sem maquinários específicos e o qual pode levar de duas a três horas, dependendo do produto e da quantidade que está sendo produzida. Posteriormente a isso, é liberado para a expedição e somente após dar entrada na expedição, é encaminhado para o setor de faturamento para dar início aos processos seguintes.

De acordo com Marcousé, Gillespie e Surridge (2013), a principal tarefa de uma operação bem estruturada é transformar o pedido do cliente e um entrega, trajeto este exemplificado na figura 3, com o recebimento de matéria prima, passando pelo desenvolvimento do produto, envolvendo a cadeia de suprimentos, os fornecedores, controle de qualidade, entrada na expedição e assim por diante até a entrega final para o cliente.

Para que a operação funcione corretamente de acordo com o que foi informado no fluxograma da figura 3 e de acordo com as informações que a empresa forneceu, são imprescindíveis algumas máquinas e equipamentos, conforme ilustrado no quadro 3:

Máquinas e equipamentos	Setor/Local
Balança; bomba elétrica; reatores; paleteira	Industrial
Reator de bancada; viscosímetro; pincéis; pistola spray; pistola de calor; lâmpada flash; prensa; dinamômetro; densímetro; estufa;	Laboratório
Computador; smartphones; impressora; telefone fixo; tripé de led;	Administrativo

Quadro 3. Relação de máquinas e equipamentos

Pode-se perceber que ambos os entrevistados, em sua resposta, segmentaram a utilização de máquinas e equipamentos de acordo com os setores e locais que eles se encontram. No setor de produção, por exemplo, foram citados equipamentos como balança, bomba elétrica, reatores e paleteira. Já no laboratório foram identificados o maior número de equipamentos, como reator de bancada, viscosímetro, pinceis, pistola *spray*, entre outros. Foram citados também os materiais de escritório, utilizados no setor administrativo.

A partir do entendimento sobre como funciona a operação da empresa e quais são os equipamentos e máquinas utilizadas, foi questionado na entrevista sobre as técnicas e as ferramentas de gestão de produção que são utilizadas no processo operacional, que são utilizadas para embasar e servir de apoio durante todas as etapas. Foram citados por ambos os entrevistados o sistema ERP utilizado pela empresa e um sistema único de gerenciamento da produção que foi desenvolvido especialmente para a utilização da empresa em especial. Como acréscimos de cada entrevistado, foi citado pelo C1 uma tabela de controle de qualidade que é utilizada para basear os procedimentos de viscosidade e, pelo C2 foi mencionado a existência de um sistema online utilizado para integrar os setores.

Sintetizando todas as informações, verificou-se que a empresa possui quatro ferramentas de gestão que apoiam todo o processo operacional, sendo (i) um sistema de gestão integrado, o qual faz a integração dos setores e é utilizado principalmente para emissão de notas fiscais, cálculos financeiros, formulações de preços de venda entre outros; (ii) um sistema único que foi desenvolvido especialmente para a empresa, cujo objetivo principal está em integrar as informações industriais, como formulações, matérias-primas, ordens de produção, etc; (iii) planilha em Excel, muito utilizada dentro da operação e vista hoje como a principal ferramenta de controle utilizada e; (iv) por fim, um sistema online integrado onde é possível delegar tarefas, dividir funções e acompanhar a produtividade da equipe

Além destas ferramentas de gestão que são utilizadas, a empresa também conta com um documento semelhante à um POP (procedimento operacional padrão), documento este denominado internamente pelos usuários do setor industrial de OP (ordem de produção), que apresenta todos os insumos e suas respectivas quantidades necessárias para a produção dos produtos, servindo como uma espécie de “receita” para produzir qualquer produto e como um documento de controle e registro interno. Identificou-se também, a partir do checklist de documentos, que não existe um manual de controle de qualidade padrão, mas existe um documento que é utilizado para nortear e comparar as características dos produtos produzidos. Trata-se de um quadro comparativo de viscosidades (se o adesivo produzido está mais grosso ou mais fino), o qual contém números de referência para determinados tipos de produtos, como por exemplo, adesivos de preparação, que tendem a ser mais viscosos (grossos), já os adesivos de PU (poliuretano) tendem a ser menos viscosos (mais finos). Essa tabela foi desenvolvida internamente pelos antigos químicos da empresa, baseando-se nas necessidades apresentadas pelo mercado para determinado tipo de produto. O modelo de OP utilizado e a tabela com as referências de viscosidade podem ser visualizadas nos anexos deste estudo.

Na sequência, visando uma contextualização com as tecnologias e com a inovação, foi perguntado sobre quais tecnologias digitais e de conectividade da indústria 4.0 já são utilizadas no processo operacional. Nessa pergunta foi identificado uma certa preocupação por parte dos entrevistados, os quais não possuíam domínio absoluto sobre o tema, mas com alguns exemplos indiretos conseguiram responder à pergunta. O quadro 4 resume as tecnologias da indústria 4.0 identificadas dentro da operação e onde estão sendo utilizadas atualmente:

Descrição da tecnologia	Pertece à I4.0?	Tecnologia
Armazenamento de dados em nuvem	SIM	BIG DATA
Sistema de monitoramento de alarme e câmeras com acesso via celular	SIM	IOT
Sensor de desligamento de máquina automático	NÃO	-
Ligar e desligar lâmpadas remotamente	SIM	IOT
Site online para geração de conteúdo	SIM	AI
Sensor de nível de caixa d'água com alarme e acionamento de lâmpada	SIM	CPS
Sensor de presença para lâmpadas	NÃO	-

Quadro 4. Tecnologias identificadas

Essa pergunta na entrevista foi considerada pelo pesquisador como uma pergunta chave para todo o estudo, pois em muitos dos casos os entrevistados não possuíam o conhecimento sobre a tecnologia, mas haviam citado alguma sem saber que era pertencente ao grupo de tecnologias da I4.0, ou seja, a empresa muitas vezes possui uma delas, mas não havia a certeza se elas se encaixavam dentro do grupo. Para Cordeiro, Reis e Fernandes (2023), I4.0 (Indústria 4.0) é a capacidade de integrar os sistemas durante as etapas do processo de produção, aumentando a conectividade, automatizando e digitalizando processos e permitindo assim uma maior flexibilização das cadeias e um significativo aumento produtivo. Um dos exemplos de integração identificados foi a internet das coisas (IOT), que é uma tecnologia pertencente ao grupo de tecnologias da I4.0, é utilizada dentro da empresa através do controle e acionamento do alarme empresarial remotamente via internet, mas os entrevistados não sabiam que essa ferramenta pertencia à 4.0. Outro exemplo que segue no mesmo padrão é o armazenamento e processamento de dados em alta escala em nuvem, que é o caso da *big data*, outra ferramenta utilizada.

A partir da identificação sobre as tecnologias utilizadas no processo atual, o direcionamento da entrevista foi justamente para como as etapas do processo operacional

poderiam ser beneficiadas a partir da adoção das tecnologias da I4.0, trazendo o ponto de vista para uma maior eficiência, produtividade, redução de custos e sustentabilidade. Na sequência, a quadro 5 apresenta a resposta dos entrevistados:

Entrevistado	Quais etapas do processo operacional seriam beneficiadas a partir da adoção das tecnologias da indústria 4.0, sob a perspectiva de maior eficiência, produtividade, redução de custos e sustentabilidade?
C1	Utilizar o mesmo mecanismo do sistema de monitoramento (acesso remotamente via internet no smartphone) para ligar, desligar e programar os reatores, podendo assim organizar turnos noturnos para otimizar a produção e o consumo de energia.
C2	Poderia ser implementado um sistema de acompanhamento em tempo real sobre o que se está produzindo em cada reator, através de painéis e integração com o sistema, otimizando tempo e aumentando a produtividade.

Quadro 5. Etapas e processos beneficiados

Para analisar adequadamente as informações apresentadas no quadro 5, primeiramente faz-se necessário contextualizar que as respostas foram baseadas no conhecimento que os entrevistados possuíam sobre as tecnologias da I4.0. Para o entrevistado C2, de acordo com o quadro 5, poderia ser utilizada a IOT para implementar um acompanhamento em tempo real da produção e de tudo o que está sendo produzido, procedimento este que hoje é feito manualmente, ou seja, é necessário que o operador de produção venha informar presencialmente qual produto está em determinada etapa do processo produtivo. Essas informações contrastam o conceito de que os tipos mais importantes de inovação são as inovações em processos e produtos, pois as duas opções de processos beneficiados apresentados impactam diretamente no processo de fabricação de novos produtos (Tidd, Bessant & Pavitt, 2008; Silva *et al.*, 2020).

4.2 Inovação dos processos operacionais

De acordo com Hansen e Wakonen (1997), inovação pode ser considerada qualquer tipo de mudança ou alteração, visto que não se pode fazer nada de maneira idêntica. Por ser uma inovação e por se tratar de algo novo, essa transformação pode-se tornar uma vantagem competitiva, pois reinventar-se é um dos determinantes mais importantes de uma empresa (Crossan & Apaydin, 2010).

Diante desse contexto de inovação, foi questionado na entrevista a respeito das inovações de processos e de produto que aconteceram na empresa nos últimos cinco anos e quais foram os motivos dessas inovações terem sido implementadas. As respostas são apresentadas no quadro 6:

Inovações nos últimos 5 anos	Motivos da inovação
Aquisição de MP inovadoras	Busca por novos mercados e melhorar o desempenho do produto
Criação do setor de marketing	Expansão da marca
Descarte de embalagens e emissão de MTR's	Descarte correto de resíduos e sustentabilidade
Implementação da logística reversa	Descarte correto de resíduos e sustentabilidade
Informatização da assistência técnica	Melhorar o atendimento aos clientes
Novos canais de atendimento	Melhorar o atendimento aos clientes e busca por novos mercados
Renovação do layout do escritório	Melhorar a produtividade da equipe
Troca de lâmpadas para LED	Redução de custos de energia

Quadro 6. Inovações nos últimos 5 anos

A partir da interpretação das respostas obtidas, percebe-se que a empresa passou por transformações no âmbito sustentável, com a implementação da logística reversa e com o descarte correto dos resíduos; no âmbito comercial/digital, com a implementação de novos canais de venda, com a criação do setor de marketing e da loja virtual e; no âmbito industrial, com a troca das lâmpadas para led visando uma maior economia de energia, com o controle de assistência técnica informatizado, com a implementação de um tablet e armazenamento em nuvem dos documentos utilizados para acompanhamento em tempo real da equipe e, também, pela busca de matérias-primas inovadoras e mais tecnológicas visando aprimorar os produtos oferecidos aos clientes.

Pela perspectiva de inovação dos processos, Salerno *et al.* (2014) conceituam que o primeiro deve-se gerar a ideia para então resolver os problemas a partir de uma solução tecnológica ou uma invenção, partindo para a implementação e, por fim, impactar significativamente os resultados da empresa, sempre visando a inovação de processos, conforme Tidd, Bessant e Pavitt (2008) e Silva *et al.* (2020).

Relacionando os conceitos dos autores e com o que afirma Roblek *et al.* (2016), de que pode-se representar a tecnologia em três categorias (física, através de máquinas e equipamentos; humana, através das habilidades e experiências e; organizacional, pelos sistemas de produção e procedimentos de qualidade), entende-se que a inovação de processos na empresa GAMA pode acontecer tanto no âmbito físico, implementando algum tipo de maquinário de ponta, quanto no âmbito de procedimentos, alterando alguns costumes e tentando refazer algumas rotinas e processos de uma maneira diferente, conforme Hansen e Wakonen (1997). Partindo do pressuposto da geração de ideias conceituada por Cooper (2008), o quadro 5 ilustra duas ideias geradas pelos entrevistados em relação à uma inovação de um procedimento operacional através da implementação de uma das tecnologias da I4.0, no caso em questão, a IOT.

De acordo com Salerno *et al.* (2014), tendo posse da ideia, que neste caso seria “implementar um sistema de acompanhamento em tempo real do processo produtivo”, conforme o quadro 5, a próxima etapa seria resolver o problema a partir de uma solução tecnológica (IOT) para então partir para a implementação. No entanto, conforme Ghobakhloo (2020), a implementação da IOT pode depender da integração com algum outro tipo de inteligência artificial, sensores inteligentes ou dados em nuvem. De acordo com o quadro 4, já é utilizado na empresa os dados em nuvem (*big data*), facilitando, de certa forma, a implementação da IOT para otimizar os processos de produção, conforme a ideia inicial gerada.

Na sequência, a figura 4 ilustra como seria a inovação do processo de produção a partir da implementação da IOT, utilizando como suporte a *big data*:



Figura 4. Fluxograma com inovação

Conforme ilustrado na figura 4, com a implementação da IOT e da Big Data, algumas etapas da operação, como o encaminhamento para o faturamento, emissão de notas fiscais, impressão de etiquetas de embarque e agendamento de coletas, poderiam ser antecipadas, otimizando o tempo dos colaboradores e gerando assim uma maior eficiência e agilidade na preparação e embarque do produto. Se no processo atual perde-se tempo ao aguardar o feedback e atualização do andamento pelos responsáveis da execução, essa inovação poderia trazer velocidade e eficiência na preparação do pedido, pois tendo o acompanhamento em tempo real sobre o andamento do processo, já no final do item 5 (controle de qualidade) a equipe de faturamento já poderia se preparar para organizar o pedido e providenciar o agendamento da coleta junto a transportadora, processo este (de agendamento de coletas) que, em vários casos, acaba sendo prorrogado para o próximo dia útil devido a limitações de horário e falta de tempo hábil. Com esse ganho de tempo e de agilidade, que de acordo com os entrevistados pode chegar a quatro horas, (duas a três horas de envase e uma hora de preparação, aproximadamente) já poderia ter sido agendada a coleta no mesmo dia e evitado prorrogações e atrasos no embarque para o cliente.

5 Considerações finais

Este estudo teve como objetivo diagnosticar os processos operacionais da empresa GAMA em relação às tecnologias da indústria 4.0 sob a perspectiva de inovação de processos. O estudo justifica-se na medida em que contribui para o tema, que vem sendo cada vez mais discutido tanto no âmbito empresarial quanto no meio acadêmico, que é a inovação de processos operacionais com o propósito de reduzir custos e melhorar o desempenho da atividade das empresas. Portanto, justifica-se para a literatura em geral ao disponibilizar um *case* de uma empresa química de pequeno porte e evidenciar o cenário pela perspectiva em que se insere a empresa e, justifica-se para a própria empresa, que poderá, a partir deste estudo, verificar a possibilidade de implementação de uma inovação de processo e quem sabe reduzir alguns gargalos na operação.

Para alcançar o objetivo utilizou-se uma abordagem qualitativa, coleta de dados empíricos por meio de entrevistas com o responsável químico da empresa e com o diretor de planejamento estratégico, além da análise documental oriunda de documentos e registros disponibilizados pela empresa. Os dados obtidos foram submetidos à análise de conteúdo.

A análise de resultados evidenciou, a partir do diagnóstico da operação, como ocorrem os processos atualmente, desde a chegada do pedido pelo cliente até o embarque para entrega final, apontando as máquinas e equipamentos utilizados, as técnicas de gestão e controle, as tecnologias incluídas no processo e os gargalos que existem na operação. Foi possível perceber que a empresa já utilizava algumas tecnologias da I.40 mas sem o conhecimento de que

pertenciam ao grupo denominado. O diagnóstico da operação foi realizado, identificando alguns gargalos de tempo e de produtividade que acabam interferindo em mais operações e não apenas na operação produtiva, a qual foi estudada e que serve de ponto de partida para as demais. Esses gargalos, por exemplo, afetam o setor de faturamento, o setor de expedição e até mesmo o setor financeiro, gerando ociosidade em muitos casos e reduzindo a produtividade da equipe, além de ocasionar atrasos nas entregas de tarefas, prejudicar o bom funcionamento do trabalho e, conseqüentemente, gerar atrasos para o cliente.

Diante desse diagnóstico, sugeriu-se para a gestão atual a ideia de implementar alguma tecnologia da I.40 sob a perspectiva de inovação de processos, visando reduzir custos e melhorar o desempenho, sendo o processo escolhido, de acordo com as entrevistas e documentos analisados, o processo produtivo da empresa, apresentando um novo fluxograma do processo já com a inovação inserida, o qual sugere o acompanhamento das etapas do processo em tempo real, sendo transmitido para uma tela via internet das coisas e *big data* para integração em nuvem com todos os setores, reduzindo assim ociosidades e aumentando a produtividade com a antecipação de etapas seguintes.

Algumas limitações foram identificadas no decorrer da pesquisa. O propósito inicial era entrevistar as três pessoas com maior entendimento sobre as decisões estratégicas e sobre a operação, que seriam o gestor da empresa, o químico responsável e o diretor de planejamento estratégico. No entanto, não foi possível entrevistar o gestor devido à incompatibilidade de horário. Alguns documentos listados no *checklist* não foram fornecidos pela empresa, pois ela não os possuía, seja por falta de elaboração ou de estudo, como por exemplo os procedimentos operacionais padrão e o fluxograma geral do processo.

O pouco conhecimento da equipe da empresa sobre as tecnologias da I.40 também pode ser considerada uma limitação, pois os entrevistados não estavam familiarizados com os termos e por este motivo, as interpretações se restringiram somente ao que era conhecido, tanto que as sugestões apresentadas pelos entrevistados foram relacionadas somente às tecnologias esclarecidas. Como os resultados desta pesquisa resultaram de um estudo de caso único, restringindo que as conclusões sejam generalizadas, sugere-se que outras pesquisas sejam realizadas sobre o tema, utilizando tanto uma abordagem qualitativa quanto quantitativa.

6 Referências

- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: edições, 70.
- Choi, T. M., Cheng, T. C. E., & Zhao, X. (2016). Multi-methodological research in operations management. *Production and Operations Management*, 25(3), 379-389.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The stage-gate® idea-to-launch process—update, what's new, and nexgen systems. *Journal of product innovation management*, 25(3), 213-232.
- Cordeiro, R. F., Reis, L. P., & Fernandes, J. M. (2023). A hierarchical model for industry 4.0 concepts. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 24, eRAMR230061.
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of management studies*, 47(6), 1154-1191.
- Davis, M. M., Chase, R. B., & Aquilano, N. J. (2001). *Fundamentos da administração da produção*. Bookman.

- Fusco, J. P. A., & Sacomano, J. B. (2007). *Operações e gestão estratégica da produção*. Arte & Ciência.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6a ed.). Editora Atlas SA.
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of cleaner production*, 252, 119869.
- Hansen, S. O., & Wakonen, J. (1997). Innovation, a winning solution?. *International Journal of Technology Management*, 13(4), 345-358.
- Malhotra, N. K. (2012). *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. Bookman Editora.
- Marcousé, I., Gillespie, A., & Surridge, M. (2013). *Gestão de operações*. Saraiva Educação SA.
- Martins, G. S., Rossoni, L., Csillag, J. M., Martins, M. E., & Pereira, S. C. F. (2010). Gestão de operações no Brasil: uma análise do campo científico a partir da rede social de pesquisadores. *RAE eletrônica*, 9.
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). Administração da produção. *Operações industriais e de serviços*. Unicenp, 201-202.
- Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2009). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Editora Feevale.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A complex view of industry 4.0. *Sage open*, 6(2), 2158244016653987.
- Salerno, M. S., de Vasconcelos Gomes, L. A., Da Silva, D. O., Bagno, R. B., & Freitas, S. L. T. U. (2014). Innovation processes: Which process for which project?. *Technovation*, 35, 59-70.
- Schreiber, D. (2022). Análise reflexiva acerca das alternativas de redução de custos ambientais por meio da adoção das tecnologias da indústria 4.0 mediadas pelas ferramentas Design Thinking e Cooper's Stage Gate. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*.
- Silva, S. E., Venâncio, A., Silva, J. R., & Gonçalves, C. A. (2020). Open innovation in science parks: The role of public policies. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119844.
- Shang, G., Saladin, B., Fry, T., & Donohue, J. (2015). Twenty-six years of operations management research (1985–2010): authorship patterns and research constituents in eleven top rated journals. *International Journal of Production Research*, 53(20), 6161-6197.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, k. (2008) *Gestão da inovação* (3 ed.). Porto Alegre: Bookman.