

9 OPLOG Operações e Logística

INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR DE PERSIANAS: PROPOSIÇÃO DE IMPLANTAÇÃO

RESUMO

O termo Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2012, na Alemanha, e é caracterizada pela utilização de tecnologias como Inteligência Artificial, Simulação, Robótica, Manufatura Aditiva, entre outras, e que estão ditando a maneira como as empresas produzem, principalmente em um ambiente competitivo globalizado. No Brasil, se torna muito difícil a implementação dessas tecnologias, devido a dificuldades de acesso, a moeda desvalorizada, os impostos altos, e a maioria das empresas tem outras prioridades mais básicas. Com base nisso, este estudo objetiva propor a implantação de soluções que possuem as tecnologias que caracterizam a indústria 4.0 dentro de uma montadora de persianas sob medida de médio porte no Sul do Brasil. O trabalho se caracteriza como uma pesquisa-ação, e utilizou-se de pesquisa bibliográfica, descritiva e exploratória. A pesquisa quantitativa foi realizada por meio de um questionário estruturado. Os dados do estado atual da empresa mostraram dois principais problemas: O fato de as pessoas não conhecerem as tecnologias da I4.0, e a empresa possuir poucos vestígios das tecnologias. Para isso, foi proposto seis soluções que possuem as tecnologias que caracterizam a Indústria 4.0: ERP e Portal na Nuvem; Impressora 3D; TMS; Apontamento de Produção; RTLS; Simulador de Fábrica. Além disso, recomendou-se que a empresa disseminasse o conhecimento da Indústria 4.0 em todos os seus níveis hierárquicos.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Tecnologias, Indicadores I4.0, Competitividade.

ABSTRACT

The term Industry 4.0 appeared for the first time in 2012, in Germany, and is characterized by the use of technologies such as Artificial Intelligence, Simulation, Robotics, Additive Manufacturing, among others, which are dictating the way companies produce, especially in an globalized competitive. In Brazil, it is very difficult to implement these technologies, due to access difficulties, the devalued currency, high taxes, and most companies have other, more basic priorities. Based on this, this study aims to propose the implementation of solutions that have the technologies that characterize industry 4.0 within a medium-sized bespoke blinds manufacturer in southern Brazil. The work is characterized as an action research, and used bibliographic, descriptive and exploratory research. The quantitative research was carried out using a structured questionnaire. The company's current state data showed two main problems: The fact that people do not know the technologies of I4.0, and the company has few traces of the technologies. For this, six solutions were proposed that have the technologies that characterize Industry 4.0: ERP and Cloud Portal; 3d printer; TMS; Production note; RTLS; Factory Simulator. In addition, it was recommended that the company disseminate Industry 4.0 knowledge at all hierarchical levels.

Keywords: Industry 4.0, Technologies, I4.0 Indicators, Competitiveness.

INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR DE PERSIANAS: PROPOSIÇÃO DE IMPLANTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As indústrias têm procurado ao longo da história a busca contínua pela diminuição de falhas e desperdícios de materiais, dos custos de produção, e ao mesmo tempo serem mais produtivas nos seus processos e competitivas no mercado. A competitividade globalizada está fazendo com que as empresas tenham que rever e atualizar os seus processos de produção, onde é necessário que haja uma integração entre as ferramentas presentes na indústria 4.0 (I4.0), como a big data, a robótica, a impressão 3D e a simulação. Essa melhoria é necessária para que empresas possam se adaptar a uma nova perspectiva de futuro dentro do mundo "smart", motivado pelas expectativas de consumidores cada vez mais informados e atualizados ao ambiente tecnológico, que buscam por produtos cada vez mais personalizados (STEVAN; LEME; SANTOS, 2018).

O principal desafio para as empresas crescerem no sentido tecnológico é o investimento e o acesso a tecnologias, já que em um cenário econômico difícil como o atual, é muito complicado pensar em investir em máquinas, softwares, armazenagem e segurança de dados, sistemas robotizados e entre outras tecnologias presentes na indústria 4.0 (ALMEIDA, 2019).

Isso se torna um desafio ainda maior em países emergentes como o Brasil, devido a dificuldades relacionadas à instabilidade política e econômica, aumentando o receio das empresas em realizar grandes investimentos no país. A grande maioria das tecnologias presentes na indústria 4.0 estão na Europa, o que dificulta o acesso e encarece sua obtenção, já que o real é desvalorizado quando comparado com o Dólar e Euro, além da carga tributária do país ser alta para importações.

Os sistemas produtivos do futuro ainda necessitam de muita investigação de acordo com Santos et al. (2018), já que existem muitos problemas principalmente em incompatibilidade das interfaces de comunicação e na transmissão de dados na hora da troca de informações. Com a comunicação entre dispositivos sendo autônoma, devem ser estabelecidos padrões de segurança que assegurem um nível proteção a dados pessoais, propriedade intelectual, proteção ambiental, saúde, e segurança dos trabalhadores.

A Confederação Nacional da Indústria - CNI (2020), comenta que após suas entrevistas em diversas empresas da indústria brasileira, existem 3 principais desafios que as empresas no Brasil enfrentam para a implementação das tecnologias que compõe a indústria 4.0: a falta de informação sobre a I4.0 nos níveis executivos, gerenciais e operacionais, e o fato de as áreas responsáveis não saberem muito sobre quais tecnologias são envolvidas, quais são os seus benefícios, segurança, adaptação, como implementá-las e realizar a integração de sistemas. Outro ponto analisado é o fato de as empresas terem outras prioridades mais urgentes (pelo menos no curto prazo) para serem resolvidas e receberem investimento, como a área de normas técnicas, legislação da segurança do trabalhador, regulação ambiental, entre outras. Por último, relata-se o fato de não existirem mecanismos adequados que favoreçam o investimento nas tecnologias que compõem a indústria 4.0.

O fato de o Brasil não possuir grandes empresas que possam ser referência na implantação de tecnologias inovadoras no setor de cortinas e persianas sob medida, aliado ao fator de vendas dos produtos personalizados (tamanhos, componentes, cores, tipos de acionamentos, entre outras características), faz com que os sistemas

de produção sejam flexíveis e ágeis, dificultando o estabelecimento de processos padronizados.

Esse modelo de produção eleva a dificuldade de implantação de algumas das tecnologias que envolvem a indústria 4.0, como a robótica, já que todas as persianas são feitas sob medida, de acordo com o pedido do cliente, ou seja, não existe um grande volume de um item padrão para que se possa automatizar. Contudo, se bem desenvolvida, a I4.0 pode representar grande diferencial competitivo para o setor, fazendo frente às novas tendências de produção e exigências de mercado.

Com base nos fatores apresentados, quais são os principais indicadores que podem nortear a implementação de soluções que possuam as tecnologias que caracterizam a I4.0 no ramo de persianas?

Diante das dificuldades apresentadas, esta pesquisa objetiva apresentar uma proposta de implementação de tecnologias que envolvem a indústria 4.0 em uma fábrica montadora de persianas sob medida de médio porte no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Indústria 4.0: Tecnologias e Benefícios

As Revoluções Industriais foram e continuam sendo as responsáveis por mudanças nos processos de produção e na organização da sociedade como um todo, transformando assim a economia global desde o seu início, até os dias de hoje (STEARNS, 2013). O surgimento da indústria 4.0 por meio da utilização das tecnologias presentes nessa parte da evolução tem modificado a forma de produção industrial por meio da mudança de processos, a digitalização de informações e novos modelos de negócios sendo criados, tornarão o processo convencional de produção obsoleto em algum momento, e junto destes processos, aquelas empresas que não se adaptarem a nova realidade (FIRJAN, 2019).

A necessidade da integração entre as tecnologias do mundo cibernético e físico em todos os processos de produção no mundo atual para que os sistemas de produção ficassem mais inteligentes e pudessem detectar necessidades de produção, matéria-prima, manutenções, entre tantas outras coisas, fizeram com que fossem necessários a criação e o desenvolvimento de diversas ferramentas que compõem a indústria 4.0, como Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, Big Data, Cyber Segurança, Internet das Coisas, Robótica, Manufatura Digital, Manufatura Aditiva, Integração de Sistemas, Sistemas de Simulação, Digitalização e Realidade Aumentada. (DRATH; HORCH, 2014; CNI, 2018).

A indústria 4.0 deve beneficiar principalmente aqueles que já estão bem consolidados nas outras três revoluções. Se as tecnologias que envolvem a I4.0 forem utilizadas por instituições públicas e privadas, inclusive fazendo combinações, as pessoas do mundo todo terão mais liberdade, saúde, educação, qualidade de vida, estabilidade econômica e segurança (SCHWAB, 2018).

A evolução dos sistemas produtivos industriais pode proporcionar alguns benefícios mais técnicos na produtividade, através da redução de custos, economia de energia, aumento da segurança, conservação ambiental, redução de erros, mitigação do desperdício, transparência nos negócios, aumento da qualidade de vida, personalização e escala sem precedentes (ALMEIDA, 2019).

A CNI (2020) aponta 4 benefícios importantes advindos da I4.0, sendo eles: o aumento da produtividade; a diminuição do gasto de energia; a reposição de componentes utilizados no dia a dia e/ou componentes utilizados em máquinas que

podem ser realizados internamente pela empresa através de impressoras 3D; e a redução de custo com manutenção e parada de máquinas, já que as tecnologias que envolvem a indústria 4.0 permitem com que as paradas para manutenção sejam realizadas somente quando necessário, e não de forma preventiva definida por parâmetros "exógenos e padronizados", ou seja, a manutenção é feita a partir das informações que são coletadas das máquinas que indicam que tipo de manutenção é necessária e quando. A I4.0, assim como as demais revoluções industriais, proporcionam a melhora na economia mundial e no desenvolvimento humano como um todo.

2.2 Indicadores

A utilização de indicadores *Key Performance Indicators* (KPI's) permite a realização da análise de como estão os dados de desempenho de uma indústria. Estes indicadores apresentam a situação atual de uma empresa em diversos pontos, permitindo que os gestores possam tomar decisões para melhorar os processos e posterior verificação dos novos resultados. Stevan, Leme e Santos (2018), Repullo (2019), Compass (2019), Petronas (2020) e Gouveia (2020) apresentam uma série de indicadores que possibilitam verificar o estado atual da empresa, além de possibilitar o entendimento futuro, de modo quantitativo, de como as tecnologias que envolvem a indústria 4.0 melhoraram a performance da empresa

Além dos indicadores levantados pelos 5 autores citados no quadro 3, foram levados em conta os indicadores mencionados pela ISO 22400-2:2014 - Sistema de Automação e Integração - KPI's Para o Gerenciamento de Processos de Produção, norma responsável por ditar os padrões internacionais de diversos processos no mundo todo. No total, os indicadores de produção mencionados na ISO 22400-2:2014 são 67, porém é importante destacar que a ISO 22400 foi pensada para as indústrias em geral, e por isso é necessário que os 67 indicadores passem por um filtro para entender quais deles fazem sentido para determinada empresa.

Dos indicadores pesquisados, foram selecionados aqueles que serão utilizados como base para as propostas de implantação das tecnologias que envolvem a indústria 4.0 na empresa alvo da pesquisa, e que podem ser vistos com sua respectiva descrição no quadro 1.

Quadro 1: KPI's selecionados e relacionados por autores

Autor	Indicador	Descrição
Stevan, Leme e Santos (2018)	Interoperabilidade	É a habilidade que máquinas, dispositivos, sensores e pessoas estejam conectados se comunicando e trocando informações através de concepções como o IoT.
	Virtualização	Analisar qual a capacidade que o sistema tem de "gerar uma cópia digital do mundo real", para poder ter uma simulação da realidade, ou o mais perto disso possível.
Repullo (2019)	Eficiência Geral do Equipamento (OEE)	Mede a eficiência da máquina através de 3 vertentes: Disponibilidade, ou seja, quanto tempo a máquina fica parada, previsto ou não, Desempenho, ou seja, fatores que fazem com que ela funcione abaixo do normal e o tempo que ela fica assim, e Qualidade, que é obtido pelo percentual de peças boas versus peças ruins. OEE de classe mundial é o seguinte: 90% de disponibilidade, 95% de desempenho, 99% de qualidade
	Entrega no Prazo (OTD)	Mensura quantas peças são entregues dentro do prazo estabelecido pelo cliente, e para realizar essa medição, basta analisar quantas

		peças dentro do total entregue foram entregues fora do dado estipulado, e quantos dias depois.
	Gerenciamento de trabalho em Andamento	Apresenta o estoque que iniciou a produção, (não é mais matéria-prima, mas ainda não virou produto), e indica problemas na produção, já que até pequenas quantidades representam custos desnecessários.
Compass (2019)	Utilização da Capacidade Instalada (UCI)	Apresenta o percentual que se está produzindo na empresa atualmente versus o quanto a empresa estivesse produzindo 100% de sua capacidade produtiva, esse comparativo indica a eficiência produtiva da empresa.
Petronas (2020)	Qualidade	Mensura a taxa de retorno dos produtos, ou seja, quanto produtos saem por x período versus quantos produtos voltam por algum motivo em mesmo x período de tempo.
GAT (2021)	Segurança da Informação	Avalia a eficácia dos controles e tecnologias da empresa. Algumas formas de metrificar isso são: quantas vezes invasores tentaram entrar na sua rede? Quantas vezes perdeu arquivos por falha na armazenagem?

Fonte: Elaborado pelos Autores (2022).

No Quadro 1 é possível observar os indicadores com suas respectivas definições e seus autores escolhidos para o trabalho, e no qual as propostas de implantação que serão vistas futuramente terão o objetivo de melhorar em alguns casos, e em outros de tornar possível a medição. É interessante observar que dentro desses indicadores, alguns são indiretamente ligados I4.0, isto é, eles são melhorados graças as soluções da I4.0, e tem outros que só existem de acordo com soluções da I4.0, como é o caso da virtualização.

3 METODOLOGIA

A pesquisa se caracteriza por uma pesquisa-ação, por ser orientada para a resolução de um problema e permitir a atuação do pesquisador como participante (THIOLLENT, 2018; LEITE, 2008). A pesquisa bibliográfica utilizando plataformas como o Periódico da CAPES e Google Acadêmico foram fundamentais para o entendimento do conceito da I4.0, indicando a baixa publicação na área, principalmente sobre sua abordagem mais prática de implementação.

Utilizou-se ainda de pesquisa descritiva e exploratória. O estudo de caráter descritivo, foi realizado por meio de pesquisa por observação, que consistiu no registro sistemático de padrões das operações, pessoas e sistemas, a fim de obter informações sobre a realidade da empresa estudada. O estudo exploratório foi realizado em uma empresa de médio porte do ramo de persianas, localizada em São José (SC) (MARCONI; LAKATOS, 2010; LEITE, 2008). Buscou-se compreender os processos da empresa, bem como a percepção de seus colaboradores quanto à indústria 4.0, como forma de subsidiar uma proposição de implantação da I4.0 em seus processos.

Para a construção do gráfico 1 e dos quadros 6 e 7, utilizou-se da pesquisa qualitativa, por meio da aplicação de um questionário estruturado com 24 questões junto aos colaboradores, identificando o nível de conhecimento sobre a I4.0 e como percebem esta tecnologia na empresa. O questionário foi enviado e respondido no mês de abril de 2022 a dez pessoas-chaves dentro da empresa: Diretor Geral, Diretor Comercial, Diretor de Marketing, Diretor de Produção, dois Supervisores de Produção, Gerente de Qualidade, Diretor de Supply Chain, Supervisor de PCP e Supervisor de Logística.

Em relação a elaboração das proposições, foram mapeados processos chave que possuem maior aderência ao modelo alvo e que se adequam às características da empresa. A utilização de indicadores colaborou com a análise da empresa, indicando o estado atual dela perante as tecnologias da I4.0.

A partir dos indicadores foi possível realizar as proposições, indicando a tecnologia, o que ela é e seus benefícios, e o investimento estimado para sua implementação. Os quadros apresentados e o formulário de pergunta que serviu como base para a análise do estado atual da empresa foram realizados através dos aplicativos Google Planilhas e Google Forms.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

A história da Unilux Cortinas e Persianas começa em 1998, quando aos 28 anos de idade, Ivan Rodrigues resolveu sair do seu emprego de gerente em uma loja de persianas para realizar o sonho de ter a sua própria empresa. Como ele já trabalhava com persianas, acabou pegando gosto pelo assunto, e aproveitou o conhecimento para finalmente fundar a "fábrica" própria, que nos primeiros 2 anos tinha sua localização nos fundos da casa de sua mãe. 24 anos depois, a empresa, que está localizada na cidade de São José, no bairro Forquilha, é composta por 3 galpões que somam 5 mil metros quadrados de área útil, além de contar com cerca de 90 funcionários internos, que estão divididos em 6 áreas diferentes.

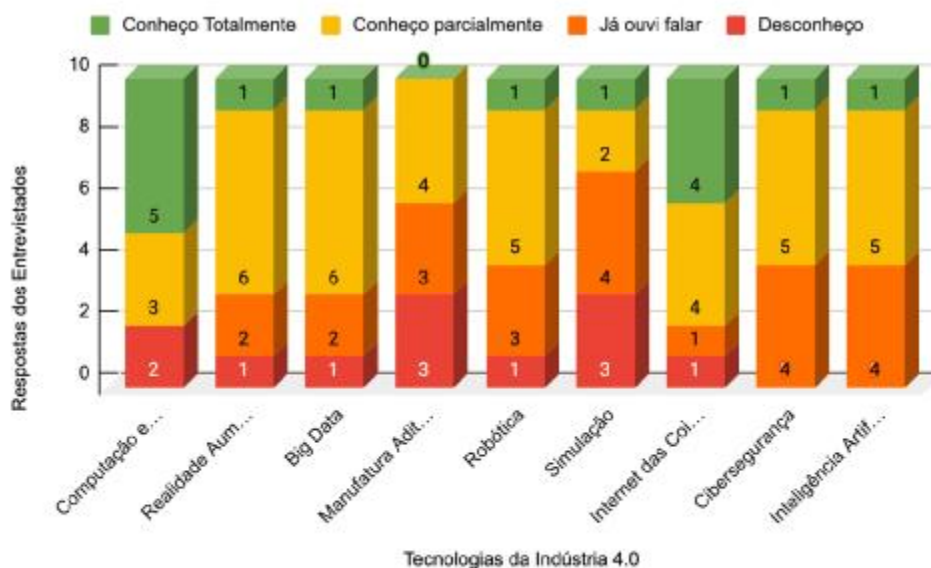
A empresa ainda conta com 8 representantes comerciais, que são responsáveis por atender as mais de 300 lojas parceiras que revendem os produtos da Unilux nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Atualmente a empresa produz 5 linhas de modelos diferentes, e que possuem processos de produção diferentes. A linha de enroláveis é a linha que mais cresceu em termos de representatividade dentro da empresa, com um aumento de 8,68%, de 60,25% em 2019 para 68,93% em 2021. Devido ao elevado percentual de representatividade, a linha de produção da empresa analisada no trabalho será linha das enroláveis.

4.1 ANÁLISE DA EMPRESA EM RELAÇÃO A INDÚSTRIA 4.0

O primeiro passo desse estudo foi tentar entender qual o estado atual da empresa analisada em relação às tecnologias que envolvem a indústria 4.0. Esse questionário foi dividido em 2 seções de perguntas: A primeira para entender qual era o nível de conhecimento das pessoas com relação a indústria 4.0 (gráfico 1), e a segunda seção para entender dentro do processo de produção, o que já utiliza tecnologias da indústria 4.0.

O gráfico 1 objetiva entender qual o conhecimento atual das pessoas chaves da empresa com relação às tecnologias que envolvem a indústria 4.0. Para isso, cada pessoa deveria selecionar de 1 a 4 para cada tecnologia, sendo 1 desconheço totalmente e 4 conheço totalmente. No gráfico 1, é possível visualizar a frequência de cada uma das respostas dos entrevistados para cada uma das tecnologias que caracterizam a indústria 4.0.

Gráfico 1: Nível de conhecimento sobre as tecnologias da I4.0



Fonte: Elaborado pelos Autores (2022).

É interessante destacar que as duas tecnologias mais desconhecidas pelos entrevistados foram as de Simulação e Manufatura Aditiva, que obtiveram 7 e 6 respostas de ou “Desconhecimento totalmente” ou “Já ouvi falar” respectivamente, enquanto as duas tecnologias mais conhecidas entre os entrevistados foram as de Computação em Nuvem e Internet das Coisas, que obtiveram 8 respostas de “Conheço Parcialmente” e “Conheço Totalmente”.

Para identificar como está a presença das tecnologias que envolvem a indústria 4.0 dentro do processo de produção das enroláveis na Unilux, aplicou-se um questionário contendo a definição do que era determinada tecnologia, e na sequência era questionado se aquela tecnologia estava presente em algum dos itens listados, caso a pessoa respondesse sim, ela deveria indicar em qual(is) desse(s) processo(s) a tecnologia se encontrava.

As respostas não necessariamente indicam a realidade da empresa, mas sim qual a visão das pessoas entrevistadas sobre qual o estado atual da empresa em relação a cada uma das tecnologias que caracterizam a i4.0, e qual o conhecimento que essas pessoas têm sobre as tecnologias (ou acham que tem), já que isso é parte fundamental do processo. Destaca-se que, de acordo com os entrevistados, a tecnologia mais presente dentro da empresa hoje é a computação em nuvem, enquanto a que não aparece para nenhum dos entrevistados é inteligência artificial. Além disso, a tecnologia mais compreendida entre os entrevistados (após a definição ser entregue a eles) foram as de Robótica e Internet das Coisas, enquanto as menos compreendidas foram Cibersegurança e Big Data.

Baseado nestas respostas, e com o intuito de quantificar essas questões e poder realizar uma comparação entre o entendimento dos entrevistados e o pesquisador (que trabalha na empresa, conhece todos os processos e possui maior conhecimento sobre as tecnologias da I4.0). Assim, o quadro 2 apresenta um comparativo entre a percepção dos entrevistados e a análise realizada pelo pesquisador, bem como observações para justificar a nota dada para cada tecnologia.

Quadro 2: Resumo da Pesquisa com as Observação do Pesquisador

Tecnologias da I4.0	Tecnologia na Empresa	Conhecimento	Nota do pesquisador
Computação em Nuvem	50,00%	80%	0%
	Observações do pesquisador: A empresa não tem absolutamente nenhum software hoje que esteja armazenado na Nuvem. Basicamente o sistema de e-mails, arquivos da empresa como planilhas, o sistema de ERP, o portal de acesso, todos estão localizados em um servidor dentro da empresa.		
Realidade Aumentada	15%	90%	0%
	Observações do pesquisador: A empresa não tem nenhuma tecnologia que possua um módulo de realidade aumentada atualmente, em nenhum dos seus processos analisados		
Big Data	3%	70%	0%
	Observações do pesquisador: A empresa atualmente não utiliza nenhum software que utilize Big Data, para que assim possa fazer as análises das informações geradas por essa tecnologia		
Manufatura Aditiva	0%	60%	0%
	Observações do pesquisador: Não foi encontrado nenhum indício de manufatura aditiva dentro do processo de produção da Unilux.		
Robótica	40%	100%	40%
	Observações do pesquisador: Acredito que 40% representam bem a situação da empresa, já que vários dos seus processos se utilizam de robôs, porém sempre com uma pessoa controlando, com destaque para a área de corte dentro da produção (a parte mais desenvolvida da empresa). Algumas áreas, principalmente na parte de montagem ainda é manual.		
Simulação	50%	50%	50%
	Observações do pesquisador: A empresa utiliza o Software Autocad para o seu layout, tanto de produção quanto de logística, como também utiliza softwares de simulação para aproveitar melhor as matérias primas Tecido e Perfil de alumínio. Essas são sim soluções de Simulação, porém não é a principal fonte da simulação indicada pelos autores.		
Internet das Coisas	15%	10%	0%
	Observações do pesquisador: Não foi encontrado em nenhum processo analisado, indícios de utilização da tecnologia Internet das Coisas.		
Cibersegurança	60%	60%	0%
	Observações do pesquisador: Não foi identificado na empresa nenhum software específico que tenha o seu foco na Cibersegurança. Importante destacar que a proteção de dados serve tanto para ataques hacker de pessoas de fora, como também pelo roubo de dados de pessoas internas na empresa.		
Inteligência Artificial	0%	8%	0%
	Observações do pesquisador: Não foi encontrado em nenhum processo analisado indícios de utilização da tecnologia Inteligência Artificial.		

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Nota: Tecnologia na Empresa: o percentual de tecnologias utilizadas na empresa, obtido por meio de uma divisão da quantidade possível de pontos para cada tecnologia, pela quantidade obtida com as respostas dos entrevistados; Conhecimento: porcentagem obtida da relação entre quantas pessoas indicaram entender cada tecnologia, e o total de pessoas entrevistadas; Nota Pesquisador: divisão entre a nota dada pelo pesquisador e o quanto aquela empresa possui de determinada tecnologia dentro dos processos analisados.

Alguns pontos importantes a serem destacados do quadro 2 é o fato da diferença do quanto a empresa possui de Indústria 4.0 segundo os entrevistados se

comparado com a nota dada pelo autor do trabalho, uma diferença de 16 pontos percentuais a mais para os entrevistados, o que indica provavelmente que o conhecimento ou sobre o processo ou sobre a tecnologia não estão de acordo para os entrevistados. Isso é perceptível por exemplo na tecnologia de Computação em Nuvem, que obteve uma porcentagem de 50% de presença na empresa e de 80% de conhecimento segundo os entrevistados, enquanto na verdade a empresa ainda não possui nenhuma solução em Nuvem.

Além disso é importante destacar que segundo a análise do autor, a empresa está em média com 10% de Indústria 4.0, o que nos permite visualizar uma grande oportunidade de proposições que ajudem a melhorar este índice.

Por último, é interessante enfatizar o quanto a falta de conhecimento sobre determinado assunto pode afetar a implementação de uma melhoria, o que mostra como é fundamental entender como funciona o processo dentro da empresa, e junto disso entender realmente o que são as tecnologias que envolvem a indústria 4.0, para que dessa forma elas possam ser implementadas da forma correta.

4.2 INDICADORES DA EMPRESA

A análise de indicadores, como mencionado na fundamentação teórica, é muito importante para que os pontos mais importantes das empresas possam ser medidos e analisados, e dessa forma, após a implementação de melhorias, seja possível mensurar quais os benefícios foram gerados pela melhoria de forma quantitativa.

O quadro 3 demonstra o estado atual da empresa em relação aos indicadores apresentados no quadro 1. É interessante entender que dos indicadores diretamente relacionados a indústria 4.0, a empresa não possui nenhum, e os indicadores que são relacionados de forma indireta, alguns primordiais como a Eficiência Geral do Equipamento (OEE) a empresa não possui, e naqueles que ela possui, é possível identificar várias possibilidades de melhorar e otimizar esses indicadores.

Quadro 3: Estado atual da Empresa em Relação aos Indicadores

Indicador	Estado Atual da Empresa
Interoperabilidade	Atualmente a empresa não possui nenhuma tecnologia de IoT, então ela não possui esse tipo de indicador.
Virtualização	Atualmente a empresa possui somente uma virtualização do seu layout através de aplicativos de Autocad, ou seja, ela consegue simular opções de layouts diferentes sem necessariamente fazer a alteração no local fisicamente, porém ainda não possui nenhuma solução que permita simular mudanças no processo, para saber se determinadas mudanças no processo trarão melhorias no processo
Eficiência Geral do Equipamento (OEE)	Dentro dos processos de produção analisados, a empresa utiliza vários tipos de máquinas, desde máquinas de cortes e solda, até elevadores que são utilizados como controle de qualidade, simulando a persiana como se estivesse na casa do cliente. A empresa não possui esse indicador para nenhuma das máquinas, e nenhuma delas traz essa informação de forma automática, ou seja, caso a empresa quisesse esse tipo de informação, com as máquinas que possui hoje da forma que estão, teriam que fazer de forma manual.
Entrega no Prazo (OTD)	Como a empresa utiliza transportadoras terceirizadas para fazer a entrega da mercadoria, ela só tem controle da entrega até o momento que o produto entra no caminhão, e é isso que foi utilizado na análise. Atualmente a empresa entrega suas peças no prazo 93% das vezes. As principais causas de não entregar no prazo são: Falta de matéria prima, onde no sistema dizia que tinha, mas no físico não tinha; Erros de planejamento; Venda acima da capacidade de produção; Erros de produção.

Gerenciamento de trabalho em Andamento	Atualmente a empresa não possui esse indicador, pelo simples fato de não ter necessariamente o controle do estoque dentro da produção. Basicamente, quando a produção vê que não tem mais determinada matéria prima no estoque da produção, eles solicitam uma transferência do estoque central, que transfere um pacote completo, sem considerar quanto tempo aquele item ficará estocado na produção.
Utilização da Capacidade Instalada (UCI)	A empresa considera que, durante o período analisado (primeiro semestre de 2022), a UCI estava em cerca de 79% para a linha de enroláveis, isto é, eles conseguiam produzir 79% da quantidade máxima possível para um período de 8 horas, baseado em estudos feitos pela empresa de qual seria sua capacidade de produção real. Segundo a empresa, as principais causas disso são: Como o trabalho é muito manual, toda vez que se troca um funcionário, demora-se até "pegar o jeito"; falta de otimização dos processos; falta de utilização de tecnologias; falta de padronização nos processos; excesso ou falta de matéria prima em estoque.
Qualidade	A empresa possui uma taxa de retorno dos produtos de 2%, ou seja, de todos os produtos enviados, cerca de 2% voltam por diversos motivos, onde os maiores são: Produto com a medida errada; Produto com problemas físico (arranhões ou rasgos); Envio de componentes errados ou na quantidade errada; Problemas no acionamento ou motorização; Produto enviado errado (tecido errado, cor errada, ou algo parecido).
Segurança da Informação	A empresa não possui um histórico de quantas vezes isso aconteceu nos últimos tempos e nem quais são os casos que mais ocorreram. Apenas comentaram que dificilmente acontece algo.

Fonte: Elaborado pelo Autor do Trabalho (2022)

Dentre os 9 indicadores analisados, a empresa não possui ou não analisa quatro deles: Segurança da Informação, Interoperabilidade, Gerenciamento de trabalho em andamento e OEE. Os demais, são analisados pela empresa, sendo a Virtualização o indicador utilizado de forma mais incipiente. É importante destacar que todos os indicadores serão afetados positivamente pela proposta de implantação das tecnologias que caracterizam a I4.0.

5. PROPOSTAS DE IMPLANTAÇÃO

É importante destacar que a proposta de implantação de soluções que possuem tecnologias da indústria 4.0 a seguir não tem o intuito de decidir quem fará a implantação, quando será, qual será o valor real do investimento ou como implementar, mas sim dar uma direção para a empresa de algumas possibilidades já disponíveis no mercado de como a empresa poderia solucionar vários de seus problemas, e estar mais perto da indústria 4.0.

SAP e Portal

- **O que é:** Utilizar sistemas mundiais como Oracle ou AWS (da Amazon) por exemplo, para armazenar todos os dados que estão no SAP (ERP utilizado pela empresa) e o Portal (API do SAP utilizada pela empresa) na Nuvem.
- **Benefícios:** Segurança das Informações, por esses sistemas serem especialistas contra-ataques hackers, e deixarem os dados armazenados em mais de um lugar ao mesmo tempo; Flexibilidade e Dinâmica, já que é possível contratar mais armazenagem conforme a necessidade e não ocupa espaço físico na empresa; diminuição de custos, já que você não precisa ter uma pessoa especialista de TI dentro da sua empresa somente para cuidar da armazenagem dos dados.
- **Tecnologias I4 Envolvidas:** Armazenagem em Nuvem e Cibersegurança

- **Indicadores Envolvidos:** A empresa não possui um histórico para análise da Segurança da Informação, porém é esperado que isso melhore a partir do momento que seja implementada uma solução como esta.
- **Investimento Estimado:** O investimento é dividido em 2 partes: O processo de levar os dados para nuvem, que custa cerca de R\$20.000,00, e uma assinatura mensal, para pagar os custos de manutenção, atualizações, e coisas parecidas, que fica em torno de R\$50 por TB armazenado.

Impressora 3D

- **O que é:** Dispositivo que consegue transformar modelos criados de forma virtual em objetos na vida real.
- **Benefícios:** Flexibilidade e agilidade, através da criação de protótipos de componentes dentro da própria empresa, além de isso também trazer uma redução de custos; Diminuição de estoque, já que você poderá produzir os próprios componentes, o que também permite a diminuição da falta de estoque.
- **Tecnologias Envolvidas:** Manufatura Aditiva.
- **Indicadores Envolvidos:** OTD, já que uma das principais causas para isso acontecer é o fato de não ter alguma matéria prima em estoque, o que não vai mais acontecer já que é possível produzir a matéria prima na empresa
- **Investimento Estimado:** Vai depender muito do quanto a empresa quer imprimir de componentes, e qual a complexidade desses componentes, já que isso vai resultar em modelos de impressoras diferentes, como também a quantidade de impressoras, porém para ter uma noção, uma boa impressora 3D industrial fica em torno de R\$60.000,00.

TMS

- **O que é:** Sistema de Gerenciamento de transporte, que serve para controlar, coordenar e otimizar todo o processo de envio de mercadorias através de transportadoras parceiras.
- **Benefícios:** Contratação otimizada do frete, já que o sistema indica qual o melhor custo-benefício para cada entrega de forma automática; Rastreabilidade da mercadoria, que pode ser vista tanto pela fábrica quanto pelo cliente final; Auditoria automático, para ter certeza de que o que a transportadora cobrar é igual ao preço combinado antes da contratação; Geração de muitos indicadores, que são uma munção para os gerentes responsáveis buscarem melhorias contínuas.
- **Tecnologias Envolvidas:** Armazenagem em Nuvem e Inteligência Artificial.
- **Indicadores Envolvidos:** Qualidade, já que um dos processos que mais ocorrem problemas no produto é no transporte pela transportadora, e como o sistema armazena todas as ocorrências, é possível parar de trabalhar com as transportadoras que mais dão problema.
- **Investimento Estimado:** O custo de implementação e licença de uso fica em cerca de R\$50.000, e o custo de assinatura mensal fica em cerca de R\$500,00 por usuário por mês.

APONTAMENTO DE PRODUÇÃO

- **O que é:** Combinação de software mais hardware (coletores de dados) para registrar todas as etapas que determinado produto passou, até a sua conclusão dentro do processo de produção.

- **Benefícios:** Rastreamento do produto durante todo o processo de produção; identificar gargalos de produção; medir a produtividade dos funcionários; Controle de Produção, já que o sistema indica a todo tempo se está em linha com a meta produtiva ou não; Conexão do sistema com as máquinas, para indicar motivos de parada por exemplo.
- **Tecnologias Envolvidas:** Inteligência Artificial, IoT, Armazenagem em Nuvem.
- **Indicadores Envolvidos:** UCI, Gerenciamento de Trabalho em Andamento, OTD, Virtualização.
- **Investimento Estimado:** O investimento é dividido em 3 partes: Licença de uso e implementação, que fica em torno de R\$100.000,00, assinatura mensal, que fica em torno de R\$200,00 por usuário por mês, e coletor de dados, que custa cerca de R\$2.500,00 por usuário.

RTLS

- **O que é:** Combinação de software e hardware (Smartwatch, chips nos crachás), que rastreiam a movimentação dos funcionários em tempo real e armazenam esses dados para análise.
- **Benefícios:** Eliminação de toda movimentação que não agrega valor ao produto; Possibilidade de melhorar as áreas que mais tem movimentação que não agregam valor ao produto, já que o sistema analisa todas as áreas ao mesmo tempo; no caso da utilização dos Smartwatch, ocorre o monitoramento da saúde dos funcionários;
- **Tecnologias Envolvidas:** Inteligência Artificial, Armazenagem em Nuvem, IoT, Realidade Aumentada.
- **Indicadores Envolvidos:** OTD, já que ajuda a melhorar a produtividade dos funcionários.
- **Investimento Estimado:** O investimento é dividido em 3 partes: Licença de uso e Implementação, que fica em torno de R\$40.000,00, assinatura mensal, que fica em torno de R\$150 por usuário por mês, e Smartwatch, que custam cerca de R\$3.000,00 por usuário.

SIMULADOR DE FÁBRICA

- **O que é:** Através de softwares, fazer simulações dos processos dentro da fábrica de forma virtual.
- **Benefícios:** O principal benefício é o fato de poder testar diversas opções de mudanças de processos de produção de forma virtual, sem gerar um esforço físico nem um custo financeiro, e realizar somente a mudança no físico depois que já se sabe qual é a melhor opção, além de tornar o processo mais eficiente, que permite com que melhorias em diferentes processos aconteçam mais rápidos.
- **Tecnologias Envolvidas:** Big Data, Inteligência Artificial, Armazenagem em Nuvem, IoT.
- **Indicadores Envolvidos:** Virtualização, já que permite a visualização do processo de forma virtual, UCI, Gerenciamento de Trabalho em andamento, OTD e Segurança da Informação.
- **Investimento Estimado:** O custo é dividido em e partes: A armazenagem dos dados em nuvem, que custa cerca de R\$1.500,00 por mês, a licença para o uso do software, que custa cerca de R\$30.000,00 por ano, e o salário de um engenheiro de produção que saiba mexer com o software, que deve custar para a empresa (salário mais impostos) cerca de R\$15.000,00 por mês.

5.1 DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A I4

Tão importante quanto a implementação de soluções que possuem as tecnologias que caracterizam a Indústria 4.0, é gerar e disseminar o conhecimento sobre a I4 dentro da empresa, e não somente no nível executivo, mas sim na empresa como um todo, até porque as pessoas na operação são aquelas que mais conhecem sobre o processo, e a partir do momento que elas têm o conhecimento sobre as possibilidades de melhoria através das tecnologias da I4, é que será possível aplicar as melhorias, e isso se torna ainda mais claro quando vemos que ao participar os operadores da solução, eles se sentem parte da melhoria, o que facilita na sua aplicação e manutenção.

A CNI (2020) fez uma entrevista com diversas empresas para entender quais eram as principais dificuldades que elas enfrentavam para implementar as soluções da I4, e um dos principais desafios apontados pelas empresas era o fato de que a falta de informação sobre a I4.0 nos níveis executivos, gerenciais e operacionais, e o fato de as áreas responsáveis não saberem muito sobre quais tecnologias são envolvidas, quais são os seus benefícios, como implementá-las e realizar a integração de sistemas.

Por isso, a última proposta de implantação deste trabalho é a disseminação do conhecimento sobre a Indústria 4.0 dentro da Unilux, que pode acontecer de diversas formas, e tem que ser um trabalho contínuo, já que não é um conhecimento estático, mas sim algo que vem evoluindo e mudando a todo momento, e a empresa deve seguir da mesma forma. Para o começo, é aconselhável que se crie uma equipe dentro da empresa que seja responsável pela disseminação e manutenção do conhecimento, em parceria com uma organização externa como o SENAI, que criou uma linha de serviços e soluções em Educação, Inovação e Tecnologia dividida em três fases: Desvendar 4.0, Agir 4.0 e Conectar 4.0, que tem o objetivo de ajudar as empresas na busca da Indústria 4.0.

6 CONCLUSÃO

A produção de produtos sempre conviveu com uma constante evolução em seus processos, métodos, máquinas, e pessoas ao longo da história. Pode-se pensar em quando no começo alguns artesãos fabricavam itens apenas do cotidiano, como calças, calçados e alimentos, até chegar no que conhece hoje por indústria 4.0, ou quarta revolução industrial, onde têm se tornado cada vez mais essencial dentro das empresas devido a competitividade globalizada, o que faz com que as empresas tenham que rever seus processos externos e internos, para que possam se manter competitivas no mercado. A utilização de tecnologias como Computação em Nuvem, Realidade Aumentada, Big Data, Manufatura Aditiva, Robótica, Simulação, Internet das Coisas, Cibersegurança e Inteligência Artificial é que caracterizam a Indústria 4.0.

Baseado nisso, o objetivo do trabalho foi entender o estado atual de uma empresa montadora de persianas sob medida de médio porte localizada em São José (SC), analisando os seus processos, e assim propor soluções que possuam as tecnologias que caracterizam a Indústria 4.0. As soluções propostas foram: Levar os sistemas de ERP e Portal da empresa para armazenagem em Nuvem, Comprar Impressoras 3D, utilizar um software de TMS (*Transport Management System*), utilizar um software de apontamento de produção, utilizar um software de RTLS (*Real Time Location System*), e um software Simulador de Fábrica. Por último, também foi proposta a disseminação do conhecimento da I4 dentro da empresa, através da

criação de uma equipe responsável por isso dentro da empresa, além da parceria com empresas especializadas, como o SENAI.

Por mais que seja difícil a implementação das tecnologias que envolvem a indústria 4.0, principalmente em países como o Brasil onde a indústria já não é muito bem desenvolvida, os impostos são altos, e as empresas geralmente possuem outras prioridades para fazer antes. Se torna imprescindível o investimento na I4.0 para que a empresa estudada sobreviva no longo prazo, e para isso as proposições realizadas devem deixar a empresa analisada mais próxima de ser caracterizada com indústria 4.0, além de auxiliar a Unilux, com informações e um possível direcionamento inicial com relação às soluções que a I4, já que estas são mudadas a todo momento, o que se torna fundamental para a sobrevivência da indústria no longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAQ (Brasil). **Manufatura Avançada**: tudo o que você precisa saber sobre a quarta revolução industrial e os desafios a serem enfrentados para a sua implementação no Brasil. São Paulo: ABIMAQ, 2016.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Indústria 4.0**: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. São Paulo: Saraiva, 2019.

BRASIL. CNI. **A difusão das tecnologias da indústria 4.0 nas empresas brasileiras**. Brasília: CNI, 2020.

BRASIL. CNI. **Desafios para indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.

BRASIL. CNI. **Investimentos em indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2018.

CARVALHO, Cristiana (ed.). **Internet das Coisas**: entenda como é e como funciona. Entenda como é e como funciona. 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/230884-internet-coisas-entenda-funciona.htm>. Acesso em: 16 de maio 2022.

CAVALCANTI, L. L.; NOGUEIRA, M. S. **Futurismo, Inovação e Logística 4.0**: desafios e oportunidades. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2017.

COIMBRA, E. A. **Total Flow Management**: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains. Kaizen Institute, 2009.

COMPASS (org.). **Conheça 3 indicadores importantes para a produção na indústria**. 2019. Disponível em: <https://blog.compass.uol/transformacao-digital/industria-40/conheca-3-indicadores-importantes-para-a-producao-na-industria/>. Acesso em: 24 maio 2022.

DRATH R., HORCH A.: Industrie 4.0 – hit or hype?. **IEEE Industrial Electronics Magazine**. v.8 n. 2, p. 56-58, 2014.

FIA. **Inteligência Artificial**: o que é, como funciona e exemplos. o que é, como funciona e exemplos. 2021. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/inteligencia->

STEARNS, Peter N.. **The Industrial Revolution in World History**. 4. ed. New York: Routledge, 2013.

STEVAN JUNIOR, Sergio Luiz; LEME, Murilo Oliveira; SANTOS, Max Mauro Dias. **Indústria 4.0**: fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa ação**. 18^a Ed. São Paulo: Cortez, 2018.