



PAPERLESS - O IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES E REDUÇÃO DE PAPÉIS
NA INDÚSTRIA DE MANUFATURA AUTOMOTIVA

PAPERLESS – THE IMPACT OF INFORMATION DIGITIZATION AND PAPER REDUCTION ON
THE AUTOMOTIVE MANUFACTURING INDUSTRY

Raphael Lima Marques do Nascimento^{1, i}

Thiago Tadeu Amici^{2, ii}

José Roberto dos Santos^{3, ii}

Jorge Antonio Giles Ferrer^{4, ii}

Data de submissão: (16/10/2023) Data de aprovação: (09/05/2024)

RESUMO

O avanço das tecnologias tem impulsionado continuamente o desenvolvimento das indústrias. O termo Indústria 4.0 ganhou enorme destaque no Fórum Econômico Mundial, que reúne líderes dos principais países para abordar temas como: economia, novas profissões, avanço das indústrias, pesquisa e desenvolvimento tecnológico visando o cenário mundial. Com o advento da Indústria 4.0 e suas tecnologias habilitadoras, as fábricas têm a necessidade de se modernizar e ter processos mais ágeis e informações em tempo real, de forma rápida e transparente. Assim como o capital humano, que precisa se atualizar e aprimorar as habilidades e conhecimentos técnicos e sociais de acordo com o avanço da tecnologia. Com o objetivo de implementar um sistema *Paperless* e digitalizar as informações do chão de fábrica, o artigo propõe uma solução de integração e otimização de *softwares*, que permite que as ordens de produção da empresa sejam digitalizadas e expostas em televisores pela fábrica. Por meio do desenvolvimento e customização, a solução proposta trará ganhos como otimização, confiabilidade, disponibilidade e segurança para as informações referente aos produtos fabricados.

Palavras-chave: Indústria 4.0; *paperless*; indústrias; tecnologias habilitadoras; Fórum Econômico Mundial.

ABSTRACT

The advancement of technologies has continuously driven the development of industries. The term Industry 4.0 gained great prominence at the World Economic Forum, which brings

¹ Pós-Graduando em Indústria 4.0 na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica e graduado em Engenharia Mecânica. E-mail: raphael.nascimento@sp.senai.br

² Docente em Pós-Graduação Indústria 4.0 e Mestre em Automação e Controle de Processos da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: thiago.amici@sp.senai.br

³ Docente na pós-graduação de Indústria 4.0 e na graduação em Tecnologia em Mecatrônica na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: joseroberto@sp.senai.br

⁴ Doutor em Engenharia Mecânica. Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: jorge.ferrer@sp.senai.br

together leaders from the main countries to talk topics such as: economy, new professions, advancement of industries, research and technological development aimed at the world stage. With the advent of Industry 4.0 and its enabling technologies, factories need to modernize and have more agile processes and real-time information, quickly and transparently. As well as human capital, which needs to update and improve technical and social skills and knowledge according to the advancement of technology. With the objective of implementing a Paperless system and digitizing information from the factory floor, the article proposes a solution for integrating and optimizing software, which allows the company's production orders to be digitized and displayed on televisions throughout the factory. Through development and customization, the proposed solution will bring gains such as optimization, reliability, availability and security for information regarding manufactured products.

Keywords: Industry 4.0; paperless; industries; enabling technologies; World Economic Forum.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as grandes, médias e pequenas organizações industriais encontram muitas dificuldades para gerir e controlar a empresa de forma geral. Seja em setores mais administrativos, ou setores mais técnicos como por exemplo, a engenharia. As organizações não têm total controle sobre todas as informações que circulam no ambiente fabril.

O dia a dia de pessoas que exercem cargos da alta gestão, precisa ser munido de informações, para tomar decisões sobre o rumo da organização.

Por que as vendas esse ano? Por que existe retrabalho na fabricação da peça x? Por que não tem insumos em estoque para fabricação da peça y? Esse mês é preciso produzir mais ou menos para atender a demanda de venda? Por que os clientes estão reclamando do prazo de entrega? Esses são alguns dos questionamentos do cotidiano de cargos de gestão dentro das fábricas industriais. Logo, essas perguntas só podem ser respondidas por meio de dados e informações concretas e precisas. Um dos grandes problemas das empresas do setor de manufatura é justamente a falta de controle e de informações precisas e confiáveis. Hoje, a gestão é feita através de papel, planilhas de Excel e documentos que precisam ser preenchidos a mão, o que dificulta muito todo o processo de análise, velocidade e confiabilidade das informações.

A pesquisa visa abordar uma solução de integração de sistemas, que possibilita que as informações sobre o processo produtivo de uma fábrica de manufatura da cadeia automotiva, possa ter suas ordens de produção digitalizadas, unificadas em um único sistema e acompanhadas por meio de televisores espalhados estrategicamente pela fábrica. Muitos autores, denominam esse evento como digitalização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Setor Automotivo

A cadeia industrial automobilística vem passando por diversas instabilidades durante os últimos anos no cenário mundial. No entanto é uma área essencial no desenvolvimento do



setor de manufatura brasileiro. Como se sabe, a área automotiva, mais especificamente de manufatura, é uma área que exige muita transparência e agilidade em seus processos, pois se têm diversos gargalos nos procedimentos que envolvem a cadeia de suprimentos de automóveis (Silva, 2017).

O setor automotivo vem se retraindo nos últimos anos, sendo que sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) em 2010 foi na ordem de 6,3%, caiu gradativamente até 2015 quando chegou a 4,1% e terminou 2016 com 3,8% de participação (Gazeta do Povo, 2016). Isso ocorreu devido a não integração entre setores que possibilita uma troca rápida, segura de informações, possibilitando decisões mais assertivas baseadas em dados.

Os fabricantes de peças automotivas precisam compreender o setor de produção em que atuam para identificar gargalos, desafios e possíveis soluções para entregar resultados otimizados. Um dos principais problemas da área automotiva são na produção de peças e gestão das informações que circulam pelo chão de fábrica (Silva, 2017).

Com a quarta revolução industrial, a área de manufatura automobilística passará por novas instabilidades e será certamente afetada. A Indústria 4.0 traz uma expectativa do aumento da competitividade dos setores industriais, uma vez que a rentabilidade da empresa vai depender mais do modelo, intensidade e duração, do que do impacto da mão de obra direta, a qual deverá ser cada vez menor no custo final do produto pelo alto nível de conectividade de máquinas e inteligência artificial nos processos (Storolli et al., 2018).

2.2 Paperless

Sabe-se que no século atual a matéria prima são os dados, que precisam ser transformados em informações para tomadas de decisões estratégicas dentro de qualquer organização, governo e país.

O conceito de documentação eletrônica (*paperless*) surgiu há mais de 30 anos e consiste na eliminação ou redução do uso de papel na rotina administrativa com a utilização da tecnologia para otimizar processos, facilitar a busca de informações, economizar recursos e contribuir para a preservação do meio ambiente (Ortega, 2004, p. 5-7).

Exemplos positivos demonstram que essa política pode ser aplicada em empresas de todos os portes e segmentos. Ao eliminar ou reduzir o uso de papel, as organizações podem economizar recursos, agilizar processos, ganhar espaço físico, facilitar o compartilhamento de informações e promover mais disponibilidade e segurança. Além disso, é uma atitude consciente que promove a sustentabilidade.

De acordo com o Indolfo et al. (1995), documento é toda informação registrada em um suporte material, suscetível de ser utilizada para consulta, estudo, prova e pesquisa, pois comprovam fatos, fenômenos, formas de vida e pensamentos do homem em uma determinada época ou lugar.

Freitas e Guarechi (2011, p.31), afirmam que Documentos Eletrônicos (*paperless*) evidenciam e proporcionam melhor comodidade, rapidez nas respostas procuradas pelos usuários, uma maior segurança com os materiais que são armazenados, confiança nas informações e no sistema de informação, assim como diminuição do material impresso nos arquivos físicos, demonstrando sua relevância para as organizações que os utilizam, uma vez que proporcionam resultados positivos para os usuários, tornando-os um instrumento de fundamental importância.



O avanço das tecnologias tem impulsionado continuamente o desenvolvimento das indústrias. Nos últimos anos, a quarta revolução industrial (Indústria 4.0) tem sido um tópico responsável por atrair cada vez mais a atenção por parte das empresas e investigadores em todo o mundo (Liao et al., 2017).

Os benefícios que uma organização pode obter com um sistema eletrônico em tempo real e sem papel focado no chão de fábrica são a melhoria na qualidade dos produtos, o aumento das entregas cumprindo os prazos, a redução do tempo do ciclo de fabricação e a diminuição dos desperdícios (Djassemi e Sena, 2006).

2.3 Integração de Sistemas

O sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) é o principal programas de *software* usados pelas empresas para integrar e coordenar informações em todas as áreas do negócio. Os programas que compõe o ERP ajudam as organizações a gerir os seus processos de negócios, ao usar uma base de dados comum e ferramentas de relatórios de gestão compartilhadas. O software ERP suporta de forma eficaz este tipo de processos, integrando as áreas de: vendas, marketing, produção, logística, contabilidade e recursos humanos. Cada área é composta por uma variedade de funções de negócio mais restritas, que são atividades específicas daquela área funcional de operação (Monk e Wagner, 2006). Porém, nem todas as organizações fazem o uso correto deste sistema. Algumas vezes os módulos e funcionalidades do sistema ERP são subutilizados por falta de conhecimento, o que obriga a empresa a retrabalhar a informação em outros sistemas, como planilhas, sistemas terceiros ou até mesmo preencher as informações de forma manual.

Assim, o que acontece numa área funcional não está completamente relacionada com o que acontece nas outras. No entanto, cada uma exige dados das outras. Quanto melhor uma empresa puder integrar as atividades de cada área funcional, mais bem-sucedido será no ambiente altamente competitivo de hoje (Monk e Wagner, 2006).

Partilhar dados de forma efetiva e eficiente, entre e dentro das áreas funcionais, leva a processos e negócios mais eficientes. Sistemas de informação projetados de modo funcional para que os dados sejam compartilhados entre as áreas são intitulados de sistemas de informação integrados. As empresas aceitam recursos na forma de material, pessoas ou equipamentos, e transforma-as em bens e serviços para os clientes.

Uma gestão eficaz dessas entradas e processos de negócios exigem informações precisas e atualizadas. Por exemplo, a equipe de vendas recebe uma ordem de compra de um cliente o que leva aos funcionários da produção agendarem a sua fabricação. Já os funcionários do departamento de logística agendam e realizam a entrega do produto. Caso sejam necessárias matérias-primas para fabricar o produto, é gerado um aviso pela equipe de produção para a de compras para providenciar a compra do item e entrega. O departamento de logística receberá a matéria-prima contabilizando tudo, de modo a que o fornecedor possa ser pago e mantendo os registos de transação atualizados. Posteriormente a essa contagem, entregam as mercadorias para a produção. A integração dos sistemas de informação pode contribuir para uma organização global mais eficaz, portanto, processos de negócios mais eficientes (Monk e Wagner, 2006).

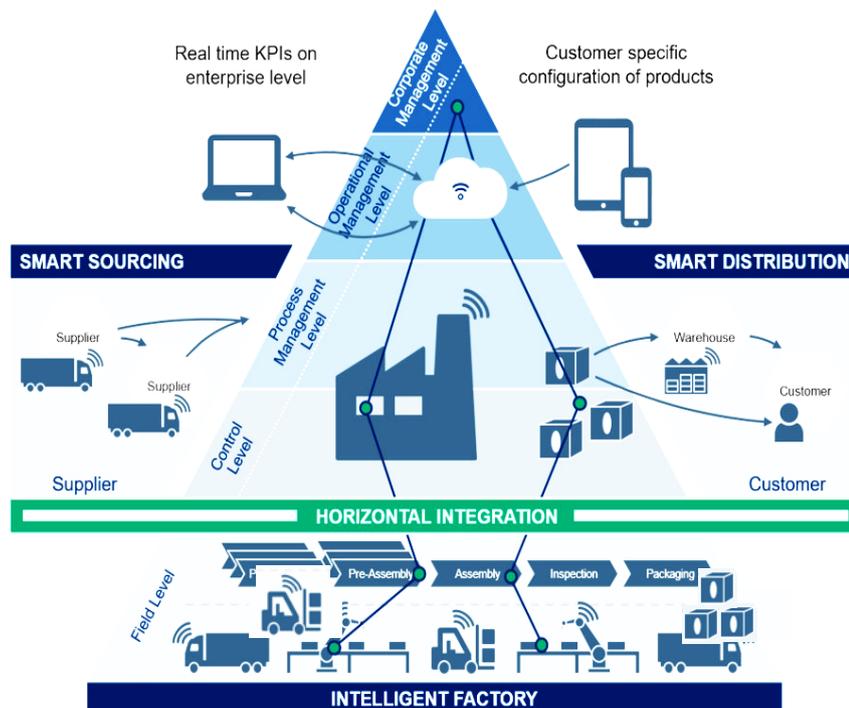
Segundo Nah et al. (2015), a integração de sistemas veio facilitar o fluxo de informação e comunicação entre as diferentes áreas organizacionais. Esta otimização do fluxo de informação permite, segundo Rich e Dibbern (2012), verificar quais os setores da organização

estão com atraso na inserção de dados e quais as medidas a implementar para que o fluxo da informação flua de forma satisfatória. Com o fluxo de informações aprimorado, a comunicação entre as partes da empresa melhora, a produtividade aumenta e os custos diminuem.

Em um fábrica existem diversos departamentos e pessoas envolvidas, responsáveis por executar toda a produção. Para se obter uma maior rentabilização do tempo, toda a informação deve circular entre todos os departamentos e funcionários de forma eficiente, sendo por isso necessária integração entre sistemas e informações (Chao, 2016).

Como pode-se observar para se tornar uma fábrica inteligente, é preciso fazer a integração entre os dados que circulam na organização. Na figura 1, são representados dois conceitos muito importantes de integração: A Integração Horizontal e a Integração Vertical. A Integração Horizontal permite que todos os setores da empresa e seus respectivos sistemas da cadeia produtiva trabalhem com sincronia de informações para que haja otimização de recursos e respostas rápidas (Albertin, 2021). Por exemplo, permite que um fornecedor de matéria prima, esteja conectado sistemicamente ao estoque da empresa, avisando de maneira automática uma eventual falta ou necessidade de reposição de um determinado item. Já a Integração Vertical, permite que todos os níveis de dentro da empresa estejam conectados, desde a operação até a diretoria, possibilitando a comunicação entre todas as informações entre os níveis hierárquicos da empresa, assim como uma melhoria do processo de gestão e redução do tempo de tomada de decisão. No presente trabalho, a proposta se baseia na Integração Vertical das informações, permitindo que todos os setores possam trocar informações em tempo real, possibilitando maior agilidade na comunicação e maior assertividade nas ações que geram valor para a empresa.

Figura 1 – Pirâmide da Indústria 4.0 Conceitos de Integração e Indústria inteligente



Fonte: Pinterest (2022).



2.4 – Gestão da informação

A gestão da informação, conforme definida por Marcondes (2020), é fundamental para as organizações, uma vez que visa identificar e maximizar os recursos informacionais. Isso é crucial porque a informação é um recurso estratégico que impulsiona a geração de conhecimento, inovação e vantagem competitiva. A gestão da informação engloba desde a coleta até o uso das informações relevantes, envolvendo armazenamento, organização, análise e distribuição. Além disso, requer o uso de ferramentas tecnológicas para facilitar o acesso e compartilhamento de informações entre os usuários.

Por outro lado, as normas ISO 9000 estabelecem diretrizes para a criação de um sistema de gestão da qualidade. Elas definem princípios de qualidade universalmente aplicáveis a organizações que buscam o sucesso sustentado por meio da implementação de tal sistema. O conjunto de normas inclui a ISO 9001, que especifica requisitos para demonstrar a capacidade de fornecer produtos e serviços que atendam às necessidades dos clientes e requisitos legais, a ISO 9004, que fornece diretrizes para melhorar o desempenho do sistema de gestão da qualidade, e a ISO 19011, que orienta a realização de auditorias internas ou externas desse sistema. Ambos, a gestão da informação e as normas ISO 9000, são fundamentais para o sucesso e a eficiência das organizações. (ABNT NBR ISO 9000, 2015)

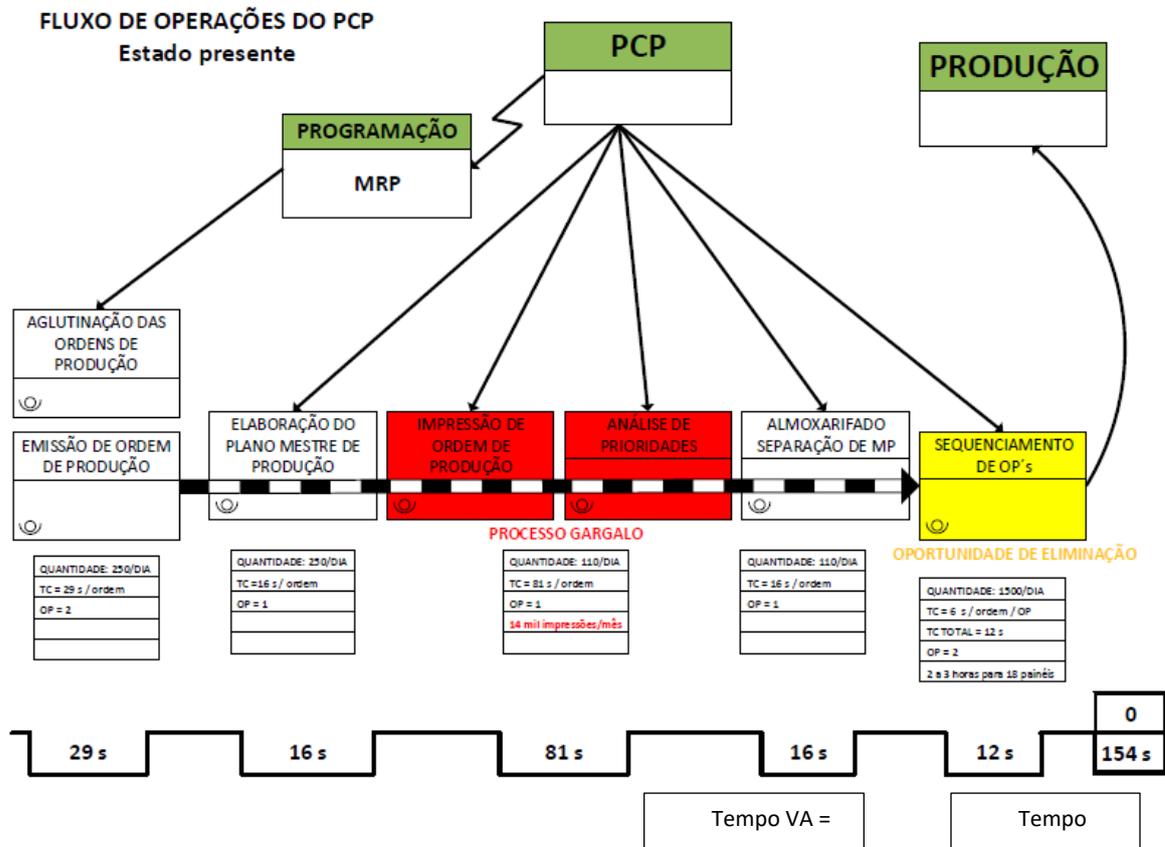
3 METODOLOGIA

3.1 Estudo de caso: Empresa de manufatura

A empresa tem uma vasta experiência no desenvolvimento de produção de soluções em transmissão de potência para aplicações industriais e navais, com seus acoplamentos, sistemas de frenagem, contra recuos e amortecedores. A empresa possui mais de 200 funcionários e consiste em uma planta de produção de cerca de 20.000 m² com tecnologia de ponta e com um sistema Lean completamente implantado para o gerenciamento da fábrica. Possui ainda um completo centro de testes e uma equipe de engenharia dedicada ao desenvolvimento de produtos, processos e aplicações industriais.

Grande parte das peças produzidas pela empresa são feitas em centros de usinagem, controlados por Comando Numérico Computadorizado (CNC) industriais. Todo o processo se inicia com o pedido de venda, e por meio deste é gerado um roteiro de fabricação que percorre todas as áreas da fábrica. O Mapa Fluxo de Valor, mostrado na figura 2, indica as principais áreas e gargalos na fábrica.

Figura 2 – Mapa Fluxo de Valor da Empresa



Fonte: Elaborada pelo autor

Em resumo, o pedido é criado no setor de vendas, passa pelo setor administrativo, onde são feitas as operações de emissão de nota fiscal e pagamentos, posteriormente passa pelo setor de estoque, que vai verificar e separar os insumos necessários para fabricação da peça, depois passa pelo setor de engenharia de fabricação, onde serão analisadas as medidas, precisões e eventuais tratamentos térmicos que os materiais de fabricação precisarão ter para atender os requisitos técnicos, e por fim, chega ao setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), que vai planejar e gerenciar como serão produzidos os pedidos.

O setor de PCP irá verificar os prazos e disponibilidade da mão de obra e equipamentos para fabricação das ordens. O ponto crítico está justamente na etapa a seguir, quando o setor de PCP vai emitir e passar para o setor de manufatura a Ordem de Produção (OP). Nesse momento, o PCP gera uma folha impressa que é colada em quadros brancos que estão espalhados pela fábrica, conforme mostra a figura 3.

Figura 3 – Quadro de procedimentos para produção das ordens

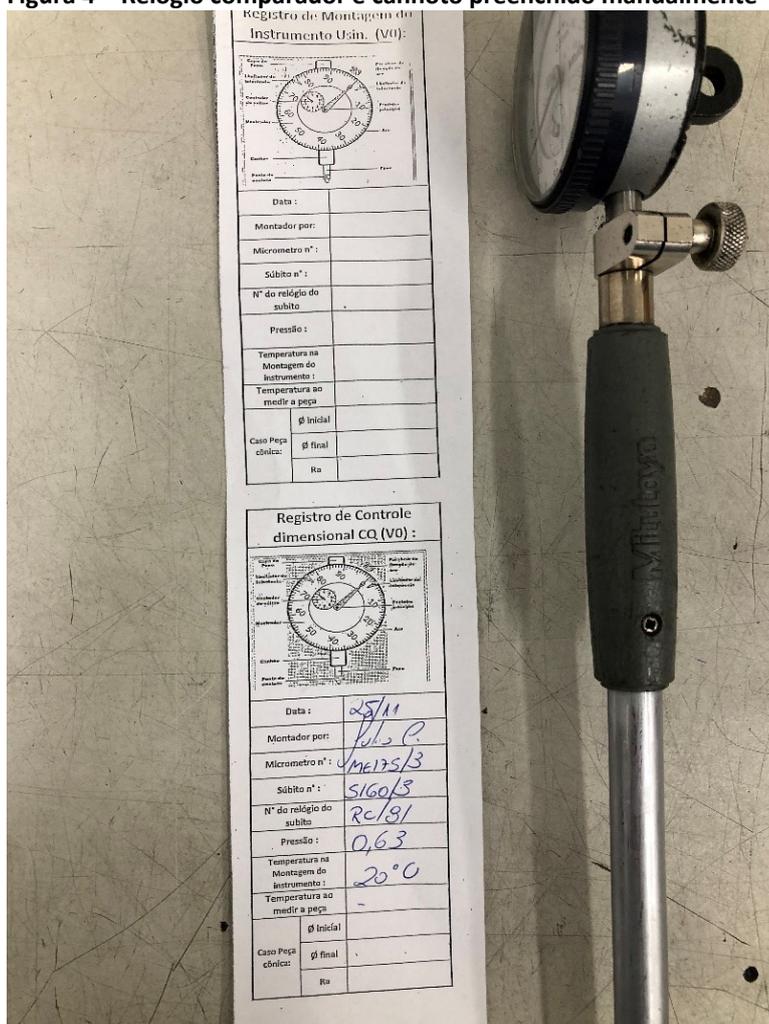


Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode-se observar, são gerados canhotos que são colados no quadro branco que fica ao lado do centro de usinagem de fabricação, identificando o turno, funcionário e uma distribuição das atividades que precisam ser feitas para produção do pedido.

Existem muitas desvantagens em se manter um processo dessa forma, o que dificulta o controle e monitoramento correto de produção de cada funcionário. As informações ficam embaralhadas e confusas, o que torna o processo de gestão mais árduo para a gestão da empresa.

Outro ponto que prejudica a fabricação, é quando alguma OP precisa passar pelo setor de preparação. Quando esse procedimento ocorre, é preciso que um colaborador do setor de preparação, passe pelo chão de fábrica e faça o ajuste necessário no instrumento que vai ser utilizado no processo. Como pode-se observar na figura 4, existe um canhoto que é preenchido manualmente por ele junto ao relógio comparador, onde marca a sua calibração, o que acarreta um tempo maior de *setup* e preparação da peça.

Figura 4 – Relógio comparador e canhoto preenchido manualmente

Fonte: Elaborada pelo autor

Para geração e disponibilização das Ordens de Produção (OPs) é preciso passar por três sistemas. O primeiro se refere ao pedido de venda que é gerado pelo sistema ERP da empresa TOTVS. Depois o pedido de venda precisa ser estratificado e alimentado no sistema Drummer, que tem como função principal a formalização de rotinas e procedimentos da área de programação da produção, facilitando o planejamento e controle da produção fabril.

Por fim, para gerar o planejamento e sequenciamento das OPs, a empresa utiliza o sistema de Planejamento e Programação Avançados (APS), desenvolvido pela empresa TOTVS, que está integrado ao ERP da empresa que se chama Protheus. A programação do APS é feita especificamente pelo setor de PCP. A transição de todas essas informações atualmente é feita de forma manual, com auxílio de planilhas intermediárias, o que torna o processo lento e dificultoso.

Uma vez que esses sistemas geram as OPs, o líder do PCP precisa ir até ao sistema, e retirar todas as ordens de produção que foram geradas naquele dia, e transportá-las para uma planilha Excel. Nessa planilha Excel é que o líder do PCP faz todas as manipulações necessárias de acordo com disponibilidade de máquinas, matéria prima e mão de obra, para fabricação das peças.

Na figura 5 temos um exemplo da planilha utilizada para distribuição e gestão das ordens de produção.

Figura 5 – Planilha para acompanhamento e distribuição das OPs

Ordem	Status	Item	Descrição	Tipo	PV Lista de Falt	PV Liberar	Apont Atual Recurso	Apont Prox Recurso	DT Contrat	DT Previs	Considera r DT	Alerta Visual	Tratament o	Es t
62	OR	3SN363900	FLANGE ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-360	FIRME	242431/2	SIM	CUV-02	FURA1	04/12/2020	30/11/2020	30/11/2020	ATRASSO	NÃO	
68	OR	61-2SR3F0	ANEL EXTERNO VULKAN FXMS 61-190X	FIRME	243212/1	SIM	CUV-02	EXT9	30/11/2020	30/11/2020	30/11/2020	ATRASSO	SIM	24
71	OR	2120550	EIXO DO TIRANTE FREIO FEHD-I	FIRME	243256/5	SIM	CUV-02	FCC-03	30/11/2020	30/11/2020	30/11/2020	ATRASSO	NÃO	
98	OR	2116090	COLUNA FIXA PARA DESBLOQUEIO POR ALAVANCA FREIO SK	FIRME	245047/1	SIM	CUV-02	EXT7	30/11/2020	29/12/2020	30/11/2020	ATRASSO	SIM	
113	OR	2139349	TAMPA TRASEIRA - AES 4000-345-20	FIRME	243530/2	SIM	CUV-02	CUV-02	01/12/2020	01/12/2020	01/12/2020	ATRASSO	NÃO	
137	OR	2104164	ARMADURA ROTULANTE - FREIO SDR	FIRME	242312/1	SIM	CUV-02	ALMOX	04/12/2020	04/12/2020	04/12/2020	ATRASSO	NÃO	
208	OR	2128292	MANCAL DA RECUPERACAO AUTOMATICA FREIO FEHD-II	FIRME	243256/2	SIM	CUV-02	ROB-02	07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	ATRASSO	NÃO	
248	OR	2202037	CAMISA DO ATUADOR 4" - FREIO DM/DR	FIRME	244636/1	SIM	CUV-02	EXT7	07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	ATRASSO	SIM	23
247	BL	4NP210100	CUBO ACOPLAMENTO VULKAN PINOFLEX NP 215	FIRME	244771/1	SIM	CUV-02	JAT-01	07/12/2020	07/12/2020	07/12/2020	ATRASSO	NÃO	
277	OR	4BN215500	CUBO ADICIONAL ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-550/21	FIRME	243442/22	SIM	CUV-02	JAT-01	10/12/2020	10/12/2020	10/12/2020	ATRASSO	NÃO	
278	OR	38N205500	FLANGE ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-550/20	FIRME	243442/25	SIM	CUV-02	FURA1	10/12/2020	10/12/2020	10/12/2020	ATRASSO	NÃO	
343	OR	2215070	TIRANTE CENTRAL - FREIO SH12	FIRME	243559/4	SIM	CUV-02	EXT7	14/12/2020	14/12/2020	14/12/2020	ATRASSO	SIM	23
385	OR	38N203000	FLANGE ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-300/20	FIRME	242676/5	SIM	CUV-02	FURA1	04/01/2021	18/12/2020	18/12/2020	ATRASSO	NÃO	
386	OR	38N203000	FLANGE ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-300/20	FIRME	242676/5	SIM	CUV-02	FURA1	04/01/2021	18/12/2020	18/12/2020	ATRASSO	NÃO	
405	BL	3N24180000	CUBO ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX GEB-240 PEÇA 18	FIRME	243427/2	SIM	CUV-02	JAT-01	18/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	ATRASSO	NÃO	
418	OR	2120828	EIXO DA RODA GUIA DO GA-10 ESPECIAL EM INOX	FIRME	244046/1	SIM	CUV-02	FURA1	18/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	ATRASSO	SIM	
428	OR	2147068	PARAFUSO DE LIGACAO	FIRME	244046/1	SIM	CUV-02	EXT9	18/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	ATRASSO	SIM	24
518	OR	3CR00161300	ANEL EXTERNO CR VULKAN 222-16	FIRME	245362/1	SIM	CUV-02	EXT12	21/12/2020	21/12/2020	21/12/2020	ATRASSO	SIM	24
615	OR	2203046	PISTAO DO CILINDRO	FIRME	245785/1	SIM	CUV-02	EXT9	28/12/2020	28/12/2020	28/12/2020	ATRASSO	SIM	17
655	OR	2215397	TIRANTE DE FIXACAO DO APOIO DA MOLA DE TORQUE - FREIO CUTLEK	FIRME	242885/1	SIM	CUV-02	EXT9	04/01/2021	04/01/2021	04/01/2021	ATRASSO	SIM	
703	OR	38N2155110	CUBO ADICIONAL ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-550_21 (Z8UH7-Z28-D135A) ROSCA NA CHAVETA	FIRME	243442/29	SIM	CUV-02	CHI-01	05/01/2021	05/01/2021	05/01/2021	ATRASSO	NÃO	
711	OR	2131043	PORCA DESMONTAGEM	FIRME	243499/11	SIM	CUV-02	EXT7	05/01/2021	05/01/2021	05/01/2021	ATRASSO	SIM	23
718	OR	38N204000	FLANGE ACOPL. VULKAN - FLEXOMAX G8ND-400/20	FIRME	242426/2	SIM	CUV-02	FURA1	05/01/2021	05/01/2021	05/01/2021	ATRASSO	NÃO	
812	OR	41400707	PINO DO BRACO 261-14"	FIRME	245846/3	SIM	CUV-02	ALMOX	12/01/2021	12/01/2021	12/01/2021	ATRASSO	SIM	
926	OR	2215031	TIRANTE DO BRACO	FIRME	245268/2	SIM	CUV-02	EXT7	28/01/2021	28/01/2021	28/01/2021	ATRASSO	SIM	23

Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode-se observar é uma planilha complexa e com muitas informações. Ela possui 2991 linhas, e sua coluna vai até a letra “W”, representado 23 colunas. São muitas informações, e essas informações ainda sofrem manipulação dentro da própria planilha, que precisam ser organizadas e separadas de acordo com a priorização da ordem de fabricação.

Atualmente, a empresa conta com 48 recursos disponíveis para fabricação e inspeção de suas peças. Esses recursos vão desde máquinas, como centros de usinagem, fresas, furadeiras, como também procedimentos de validação e inspeção de qualidade de medidas e tolerâncias para garantir a conformidade técnica do produto.

De acordo com o estudo realizado na empresa, sabe-se que existe gargalo na produção devido a todo esse processo para geração, organização e distribuição das OPs pela fábrica. Atualmente o setor de PCP desperdiça cerca de 40 minutos para gerar os canhotos e colá-los nos quadros de produção. Esse trabalho é realizado de forma manual por um colaborador, que precisa imprimir as OPs, destacá-las em forma de canhotos e ir até os quadros e colá-las.

Outro grande problema, é que muitas vezes esses canhotos acabam se perdendo, além de serem facilmente descolados e modificados por outras pessoas que passam pela fábrica, o que gera um desperdício enorme de papel e tempo para produção das peças. Portanto, existe o mínimo de controle sobre umas das áreas mais importantes da fábrica, que é o setor de produção e manufatura.

Esse problema desencadeia outros problemas em praticamente todos os setores da empresa, o que dificulta que o setor de vendas venda mais, devido a imprecisão que o setor de PCP tem sobre a previsibilidade de fabricação das peças. Isso prejudica o setor de suprimentos da empresa, que não sabe ao certo quando e quanto de material será necessário para as próximas demandas, o que impacta também no setor de logística e expedição, que não sabe quando os pedidos poderão ser entregues aos clientes.

Foi analisado na empresa que a sua informação das OPs é física, e isso causa sérios problemas para o controle e gestão de documentos e informações. Tais como documentos



extraviados, rasurados, com revisões obsoletas no processo, documentação antiga afetando as linhas de produção, causando assim, um sistema de gestão falho.

3.2 Métodos e ferramentas utilizadas

Com base no desafio apresentado, a proposta é fazer integração de sistemas entre os principais softwares da empresa, para que seja possível integrar e unificar todas as informações referentes aos pedidos de vendas, ordens de produção, gestão e planejamento de ativos para fabricação de peças.

Utilizando a tecnologia habilitadora de Integração de Sistemas, é possível otimizar a velocidade com que as informações transitam pela organização, aumentar a disponibilidade e a segurança dos dados, e ter uma maior assertividade na gestão da produção, disponibilidade de mão de obra e matéria prima, tornando os indicadores de produção mais confiáveis e reais.

As ferramentas e metodologias utilizadas se basearam em um profundo estudo no processo de planejamento de produção. Foi aplicado conceitos de gestão tradicional e gestão ágil de projetos a fim de levantar todos os requisitos. De posse dos requisitos foi escrito com detalhes as histórias de usuários para criação de uma lista *backlog* das funcionalidades da ferramenta. Todo este processo foi feito utilizando um fluxograma para desenhar todo o fluxo operacional a fim de digitalizar a operação.

Após o desenho do processo de planejamento de produção foi utilizado uma ferramenta de design com o objetivo de criar um protótipo de um Mínimo Produto Viável (MVP - *Minimum Viable Product*) do sistema. Após aperfeiçoamento, testes e validações do protótipo foi gerado todo o projeto de design da ferramenta levando em consideração conceitos de experiência dos usuários para tornar a navegação do sistema simples e funcional.

As funcionalidades foram priorizadas e distribuídas em *sprints* com duração de duas semanas. A iteração e entregas de valor com os principais usuários foram feitas durante as *sprints*. Foi utilizado a técnica de quadro Kanban para reportar a evolução do projeto de uma forma simples e visual. Além disso, para o desenvolvimento técnico da solução, foi utilizado a ferramenta *Visual Studio Code* que é um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE - *Integrated Development Environment*) de código aberto. Todo o desenvolvimento de código foi feito levando em consideração conceitos de segurança, testes por funcionalidade e de controle de versão de código para manter o controle, padrão e qualidade do projeto.

Parte dos dados referente a produção da empresa já estavam em planilhas eletrônicas que eram geradas pelo setor de planejamento da produção. Outra parte dos dados estavam em arquivos físico que ficavam no chão de fábrica próximo ao maquinário produtivo. Todas as estas informações foram transferidas para o sistema por meio de uma função de importação de dados. Esta funcionalidade foi prevista a fim de agilizar e garantir que as informações fossem transportadas de uma maneira segura e prática.

Com a Integração Vertical aplicada, a empresa tem informações integradas desde o nível operacional, tático e estratégico, permitindo que os diretores, gestores e supervisores consigam ter uma gestão eficiente baseada em informações realistas sobre a fabricação e manufatura da organização.

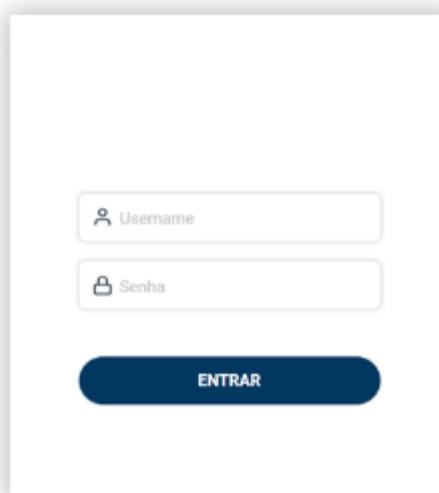
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sistema desenvolvido

A solução consiste em um sistema Web que foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JavaScript. Para o *back-end* do sistema foi utilizando o *framework* NodeJS, para o sistema *front-end* foi utilizado o *framework* ReactJS, e para o armazenamento dos dados foi utilizado o banco de dados PostgreSQL, que é um banco de dados relacional. Essas são tecnologias *open-source*, e foram escolhidas para o desenvolvimento da solução, por sua fácil implementação e robustez.

O sistema possui dois níveis de acesso, que podem ser diferenciados quando o usuário se autentica na aplicação, como mostrado na figura 6.

Figura 6 – Tela de autenticação do sistema



Fonte: Elaborada pelo autor

O usuário administrador, conforme mostrado na figura 7, possui uma visualização privilegiada de acesso ao sistema, onde consegue visualizar o quadro de ordens de produção de qualquer setor e pode cadastrar novos usuários no sistema, conforme apresentado na figura 8.

Figura 7 – Visualização do sistema pelo usuário administrador



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 8 – Área de cadastros de usuários conforme setor

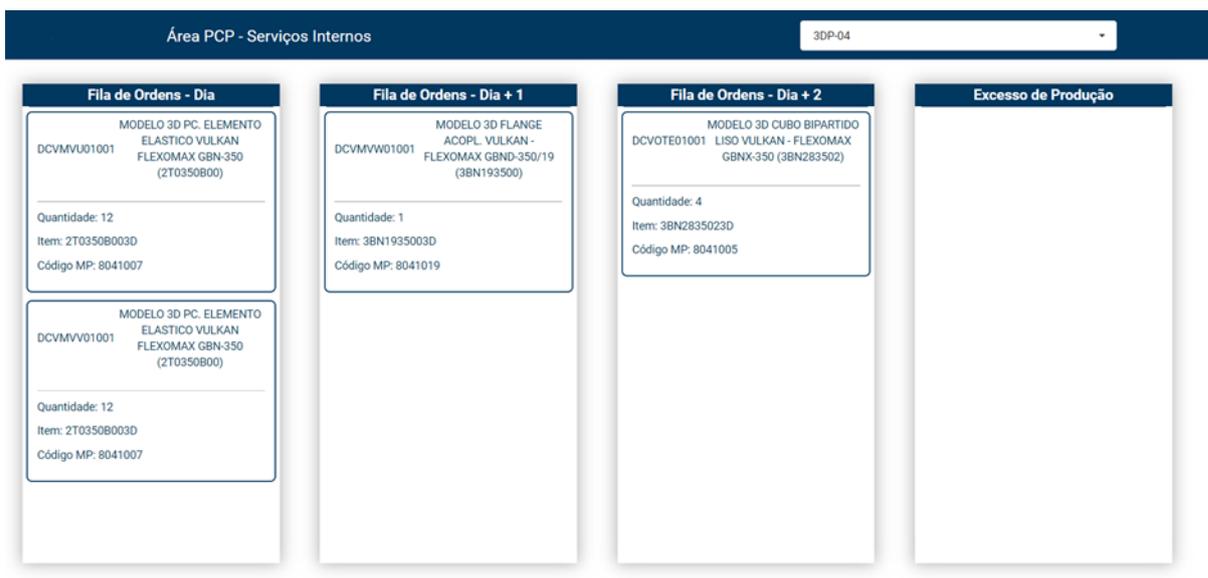
Fonte: Elaborada pelo autor

E os demais usuários, que são cadastrados conforme seu setor de atuação, como por exemplo, PCP, Qualidade, Processos, Produção e Almoxarifado, só possuem a acesso das informações do seu respectivo setor, como pode ser visualizado na figura 9.

Figura 9 – Visualização do sistema pelo usuário do setor de PCP

Fonte: Elaborada pelo autor

O funcionamento do sistema, basicamente ocorre da seguinte forma, o usuário administrador precisa fazer “upload” da planilha em Excel, de acordo com a figura 10, que ele utiliza para controle interno das ordens de produção e para a gestão dos ativos da produção.

Figura 12 – Visualização das ordens de produção pelo setor PCP

Fonte: Elaborada pelo autor

Observe que o sistema possibilita que o usuário filtre as ordens de produção de acordo com as máquinas, processos e operações disponíveis, como apresentado na figura 13. Os termos são códigos internos que a empresa utiliza para gestão dos ativos de fabricação.

Figura 13 – Filtro de ordens de produção de acordo com ativo ou operação de fabricação

Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode-se observar, as ordens de produção, são distribuídas em cartões, e ficam nas colunas de acordo com sua prioridade de execução. Na primeira coluna se tem: “Fila de Ordens – Dia”, ou seja, essa coluna representa as ordens que precisam ser feitas no dia atual. Na próxima coluna se tem: “Fila de Ordens – Dia +1”, que representa as ordens que precisam ser feitas no dia seguinte. Na terceira coluna, se tem: “Fila de Ordens – Dia +2”, ou seja, são ordens que precisam ser feitas 2 dias a frente. E por fim, se tem a coluna: “Excesso de produção”, são as ordens de produção, que são enviadas para serviços de manufatura terceiros.

Essa nomenclatura foi adotada pela gestão da empresa, já que eles consideram que essa é a melhor forma de gerir as OPs, se tendo a visualização da execução de fabricação dos ordens do atual, e com a previsão de até 3 dias a frente.

Cada cartão representa uma OP, como pode-se observar na figura 14. Nele constam as informações necessárias para produção do item, como nome da peça, quantidade a ser produzida e código do item (*part number*).

Figura 14 – Cartão com informações sobre a ordem de produção



Fonte: Elaborada pelo autor

Outro ponto relevante, é que as OPs são classificadas de acordo com sua cor. Cada cor, representa um procedimento interno adotado pela empresa, para tratar a ordem. Como por exemplo, ordens na coloração marrom, são ordens que estão em atraso, a coloração azul, representa ordens que estão prestes a vencer a data de execução e as ordens em amarelo, são ordens que sofrem procedimentos externos de manufatura terceira, conforme apresentado na figura 15.

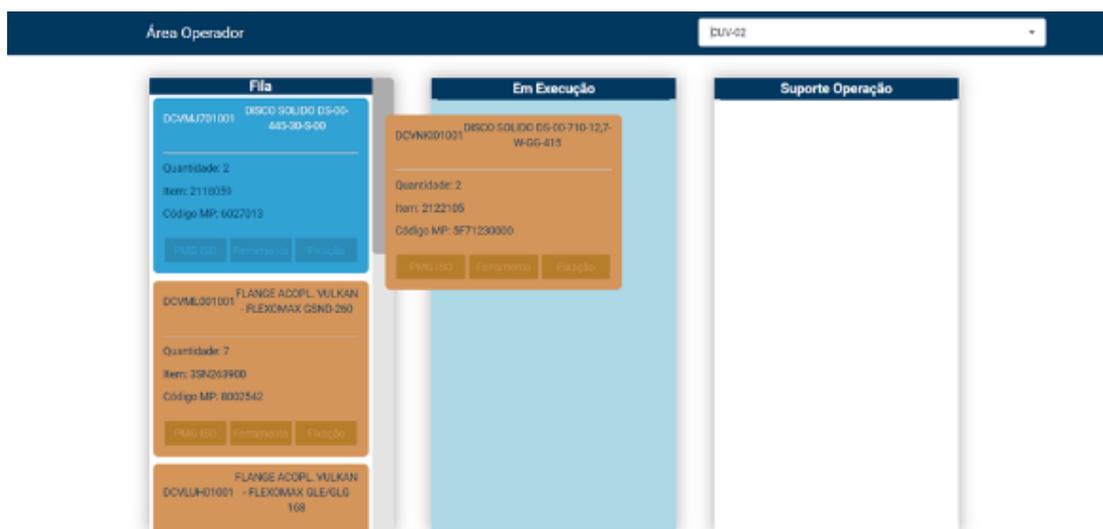
Figura 15 – Coloração das ordens de produção com priorização de acordo com a cor



Fonte: Elaborada pelo autor

O sistema também possui a funcionalidade de movimentação das ordens de produção, conforme o status que ela se encontra. Com o acesso do usuário operador, como mostrado na figura 16, pode-se observar que a ordem pode mudar da coluna cuja denominação no software é “fila”, para coluna de “em execução”, ou para coluna de “suporte operação”. Essa funcionalidade é operacionalizada pelo colaborador por meio dos televisores *touch screen* que ficam na linha de produção.

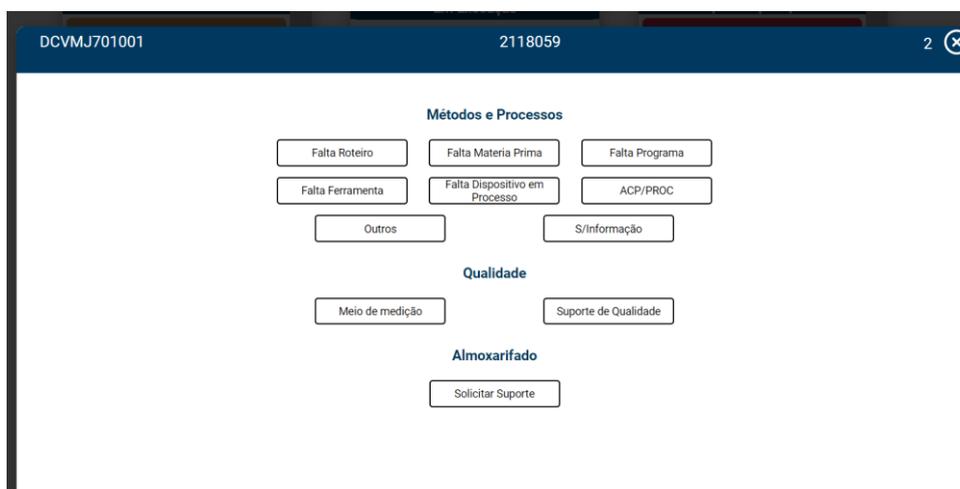
Figura 16 – Movimentação de cartão ordem de produção



Fonte: Elaborada pelo autor

Outra funcionalidade que o sistema possibilita, é a criação de avisos e procedimentos para o setor de qualidade. Uma vez que o cartão da OP vai para coluna “Suporte Operação”, é aberta uma tela de *pop-up*, como mostrado figura 17, que solicita que usuário preencha quais procedimentos aquela ordem necessita.

Figura 17 – Tela de pop-up

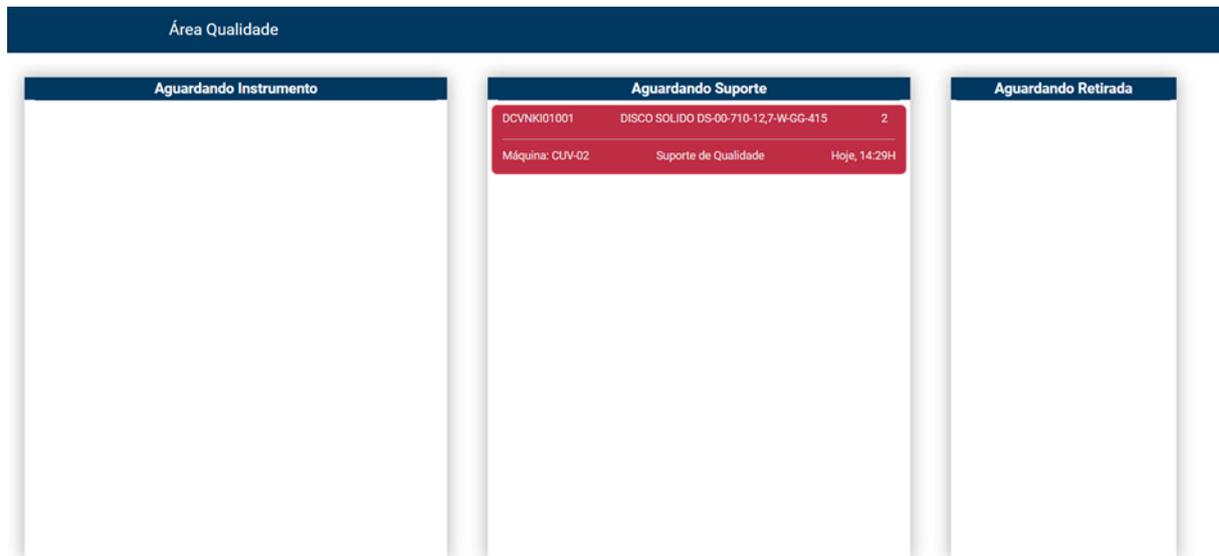


Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode-se observar, o operador consegue indicar procedimentos para os setores de Métodos e Processos, Qualidade e Almoxarifado. Conforme a solicitação que o operador marcar, o cartão com a ordem de produção irá aparecer no setor selecionado.

Nota-se na figura 18, que existe um cartão na coluna de “Aguardando suporte”, ou seja, essa ordem irá passar por um procedimento de análise de qualidade.

Figura 18 – Área de Qualidade com cartão de produção



Fonte: Elaborada pelo autor

Na empresa o setor de qualidade fica afastado do setor de manufatura e produção, o que acarretava acúmulo desnecessário de trabalho, e tempo desperdiçado de comunicação. O colaborador do setor de qualidade passava duas vezes durante o seu turno de trabalho, para recolher os pedidos e peças que precisavam passar por análises e procedimentos de qualidade. Com o sistema, isso deixou de ocorrer, pois, os gestores decidiram colocar um televisor no setor de qualidade, que agora consegue acompanhar em tempo real, quais ordens precisam de intervenção do setor de qualidade.

4.2 Resultados e ganhos

Como resultados, a empresa passou a ter uma gestão mais eficiente e segura no que tange a informação das OPs. De modo geral, todos os setores da empresa foram impactados. Todas as ordens de produção deixaram de ser impressas, e agora com a utilização de televisores, é possível acompanhar em tempo em real, como está o andamento do setor de produção e manufatura.

As informações entre os setores são muito mais rápidas, precisas e seguras, uma vez que dados das ordens estão integrados em um único sistema, o que possibilita também uma maior assertividade na gestão dos ativos para fabricação das peças. O acompanhamento e a gestão do supervisor do setor de PCP, agora está mais assertivo, uma vez que ele consegue acompanhar em um único televisor, onde cada OP se encontra e qual o estado de priorização que ele deve receber, de acordo com a cor do cartão.



Os diretores da empresa conseguem fazer a gestão a vista, do andamento da produção, e conseguem ter números de indicadores mais precisos, sobre a disponibilidade dos equipamentos, matéria prima e de seus colaboradores.

Os apontamentos de produção passaram a ser mais otimizados, contribuindo com números mais confiáveis e reais do indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE) de produção da fábrica.

Como a implantação do sistema é recente, não foi possível medir o aumento porcentual do OEE, porém diante da análise do processo de planejamento e sequenciamento de ordens de produção foi possível identificar o aumento de 11,51% na produtividade do processo, conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Resultados de ganhos

Indicador	Unidade	Medição Inicial	Medição Final
Produtividade	Produção/hh	1,33	1,48
OEE	%	87,50%	87,50%
Disponibilidade	Adimensional	0,88	0,88
Performance	Adimensional	1,00	1,00
Qualidade	Adimensional	1,00	1,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Portanto, o sistema para *paperless* foi implantado com sucesso na empresa, o que possibilita que a empresa nos próximos anos possa digitalizar outros processos na organização, além de ter um olhar para o futuro, vislumbrando outras oportunidades de melhorias utilizando os conceitos da Indústria 4.0 e de suas tecnologias habilitadoras.

5 CONCLUSÃO

No presente artigo, foram apresentados os conceitos e fundamentos da digitalização e integração de sistemas para um sistema *paperless* das OPs na empresa de manufatura. A solução tem por objetivo melhorar a gestão de toda a empresa, possibilitando que as informações estejam disponíveis, seguras e confiáveis para toda a organização. Inclusive em seu setor mais crítico, o setor de produção e manufatura.

Como resultado, foram removidos os quadros brancos que antes ficavam disponíveis ao lado dos centros de usinagem para produção das peças, os quais utilizavam folhas de papeis, onde era preciso uma intervenção humana descansaria. Os quadros foram substituídos por televisores *touch screen*, onde os operadores podem verificar quais OPs precisam ser executadas, e possivelmente podem colocar observações e procedimentos intermediários caso haja necessidade, como matéria prima danificada, peça necessita de inspeção tridimensional, otimização de setup etc. O processo agora é digital, o que facilita a gestão visual do líder de produção, possibilita a eliminação de papeis e aumenta a disponibilidade, confiabilidade e velocidades das informações para a empresa.



REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R. et al. Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 24., 2017, Bauru. Contribuições da engenharia de produção para uma economia de baixo carbono. Bauru: UNESP, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321682376_PRINCIPAIS_INOVACOES_TECNOLOGICAS_DA_INDUSTRIA_40_E_SUAS_APLICACOES_E_IMPLICACOES_NA_MANUFATURA. Acesso em: 5 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **ABNT NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

CHAO, Chad. **Implementing a paperless system for small and medium-sized businesses (SMBs)**. University of Oregon. 2016, 56 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1794/19630>. Acesso em: 4 jul. 2022.

DJASSEMI, Manocher; SENA, James A. The paperless factory: a review of issues and technologies. *IJCSNS - International Journal of Computer Science and Network Security*, v. 6, n. 12, dez. 2006. Acesso em: 10 jul.2020.

FREITAS, S. L.; GUARECHI, H. M. A padronização de processos no serviço público através do uso de manuais: a viabilidade do manual de eventos da UTFPR – Campos de Francisco Beltrão. *Revista Organização Sistêmica*, v.2, n.1, p. 57–81, 2012. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistaorganizacaoSistemica/index.php/organizacaoSistemica/article/view/137> . Acesso em: 21 set. 2023. Curitiba, 2012.

GAZETA DO POVO. **Indústria automotiva perde espaço no PIB**. 14 março 2016.

INDOLFO, Ana Celeste. **Dimensões político-arquivísticas da avaliação de documentos na administração pública federal (2004-2012)**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/893/1/Tese%20Ana%20Celeste.pdf> . Acesso em: 12 de maio de 2022.

LIAO, Yongxin et al. Past, present and future of Industry 4.0: a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 12, p.3609-3629, out. 2016. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/00207543.2017.1308576?scroll=top>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MARCONDES, J. S. Gestão da informação (G.I.): o que é? Objetivo e importância. **Gestão de Segurança Privada**, 2020. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/gestao-da-informacao-o-que-e-objetivo-importancia/>. Acesso em: 11 set. 2023.



ORTEGA, C. D. A documentação como uma das origens da ciência da informação e base fértil para sua fundamentação. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, Marília, v. 3, n. 1, p. 3-35, jan./jun. 2009. DOI: 10.36311/1981-1640. 2009.v3n1.02. p3.

NAH, F. F.; LAU, J. L.; KUANG, J. Critical factors for successful implementation of enterprise systems. **Business Process Management Journal**, v. 7, n. 3, pp. 285-296, 2001. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/14637150110392782>. Acesso em: 14 jun. 2022

PINTEREST. **IntelligentFactoryPyramid**. Disponível em: <https://www.logiquesistemas.com.br/blog/integracao-na-industria-40/>. Acesso em: 02 outubro 2022.

RICH, D.; DIBBERN, J. **A team-oriented investigation of ERP post-implementation integration projects: how cross-functional collaboration influences ERP benefits**. In: Innovation and future of enterprise information systems. [S. l.]: Springer, 2012. cap. 10, p. 123-136. (Lecture Notes in Information Systems and Organisation; v. 4). DOI: 10.1007/978-3-642-37021-2_10. Acesso em: 1 jun. 2022.

SILVA, J. A. da. **Melhoria dos processos de recebimento de peças em uma montadora de veículos no Brasil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/002920986>. Acesso em: 11 de set. 2023.

STOROLLI, W. G. et al. Avaliação do grau de maturidade da indústria 4.0 no setor de autopeças brasileiro com auxílio do diagnóstico do PROMETHEE. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 10, n. 3, p. 179-202, 2018. DOI: 10.4322/PODes. 2018.012. Acesso em: 11 de set. 2023

WAGNER, B.; MONK, E. **Concepts in enterprise resource planning**. 4. ed. Estados Unidos: Cengage Learning, 2012.

Sobre os Autores

ⁱ Raphael Lima M. do Nascimento



Engenheiro Mecânico pela Universidade Paulista SP (UNIP - 2017) e pós-graduado em Indústria 4.0. Atualmente como Supervisor de Projetos e Tecnologia no Instituto SENAI de Tecnologia da Informação e Comunicação (ISTIC) de São Paulo. Atuando na supervisão e consultorias de projetos de Transformação Digital, Indústria 4.0 e Conectividade para empresas do estado de São Paulo de diversos segmentos e portes. CV: <https://lattes.cnpq.br/7192597098968026>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9432-5773>

ⁱⁱ Thiago Tadeu Amici



Ministra aulas na pós-graduação de Indústria 4.0 nas modalidades presencial e EAD, no MBA de Gestão de Projetos aplicados a inovação em Indústria 4.0 e nas graduações em Engenharia de Controle e Automação, em Tecnologia em Mecatrônica e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. Assessora também o Instituto SENAI de Tecnologia Metalmeccânica em projetos industriais com foco na Indústria 4.0. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, Automação Industrial, Mecatrônica, Robótica e Indústria 4.0. <http://lattes.cnpq.br/9165856219131658>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1800-4854>



iii **Jorge Antonio Giles Ferrer**



Doutor em Engenharia Mecânica pela UNICAMP. Mestre em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade da USP. Engenheiro Mecânico pela Pontifícia Universidad Católica del Perú. Professor Adjunto da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica em São Caetano do Sul-SP. Ministra disciplinas no Curso de Engenharia de Controle e Automação, no Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica e na pós-graduação. Membro do Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior do Ministério de Educação do Brasil – MEC. CV: <http://lattes.cnpq.br/2875141797403961>.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4698-3968>

iv **Jose Roberto dos Santos**



Professor de pós-graduação e graduação na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. Além disso, assessora o Instituto SENAI de Tecnologia Metalmeccânica em projetos relacionados à Indústria 4.0. Possui vasta experiência como docente em diversos cursos técnicos e de formação inicial e continuada no SENAI-SP, abrangendo eletrônica, mecânica e programação. Especialização em Cibersegurança e Segurança da Informação. <http://lattes.cnpq.br/2495692420793433>.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0601-8469>