

EXPERIÊNCIA NA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA MES PARA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA INDÚSTRIA DE TUBOS E CONEXÕES DE PVC EM JOINVILLE-SC

HINTZ, Rafael
HOENNICKE, João Felipe
CARVALHO, Thiago Mendes
FREITAS FILHO, Fernando Luiz ⁴

RESUMO

Este artigo relata uma experiência empresarial na implementação de um sistema de apontamento de produção em uma empresa que atende a área de construção civil na região de Joinville-SC. Especializada na fabricação de tubos e conexões de PVC, a empresa identificou deficiências nos registros manuais e viu na Indústria 4.0 uma oportunidade para automatizar e aprimorar o processo. A pesquisa aborda o contexto teórico da gestão da produção, a Indústria 4.0 e suas tecnologias, o apontamento de produção e a metodologia Kaizen. A escolha de um Sistema de Execução de Manufatura (MES) é fundamentada na necessidade de integrar eficientemente as operações, com foco na integração com o sistema SAP ERP. A metodologia Kaizen é empregada, envolvendo workshops, benchmarking, padronização do trabalho, elaboração da arquitetura da aplicação, treinamento, monitoramento e levantamento de ganhos. A aplicação do MES resulta em melhorias significativas, como a redução de atividades manuais, eliminação de erros e aumento da eficiência. A arquitetura da aplicação MES é discutida, destacando a facilidade de acesso via tablets e integração eficaz com o sistema SAP. O estudo compara cenários, evidenciando uma redução no tempo de execução das atividades. Os resultados indicam que a implementação do MES otimizou o processo de apontamento, reduzindo custos operacionais, aumentando a eficiência das máquinas e proporcionando um apontamento mais preciso dos dados. Conclui-se que a adoção de tecnologias como essa é crucial para o avanço rumo à Indústria 4.0, sugerindo a continuidade da pesquisa na exploração da maturidade técnica da aplicação.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Sistema de execução de manufatura (MES); Eficiência; Automação.

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de alcançar os objetivos de aumento de produtividade e competitividade no mercado, as indústrias têm encontrado no avanço tecnológico um aliado. Uma das etapas desse avanço é a automação de processos. Nessa fase, a digitalização e o uso de ferramentas tecnológicas na fabricação dos produtos constituem um meio para administrar com eficácia uma fábrica online (LU, 2017).

Ao analisar os processos de uma empresa que atua no setor de materiais e soluções para a construção civil, tornou-se evidente a importância das informações registradas para o controle da produção. Esses registros desempenham um papel crítico ao comparar o que foi planejado com o que realmente ocorreu, contribuindo significativamente para o aprimoramento do planejamento da produção. Reconhecendo o quão crucial é essa função, percebe-se que as empresas que ainda dependem de registros manuais enfrentam ineficiências consideráveis. Isso se deve à grande influência do fator humano nos dados registrados e à possível limitação na frequência desses registros (FAVARETTO, 2001 e 2002).

Uma vez observada essa deficiência no processo e associando-a como uma oportunidade às tecnologias da indústria 4.0, percebe-se a possibilidade de automatizar um processo que, embora deficiente, desempenha um papel crucial no ambiente de produção.

Segundo Corrêa et al. (2001), a precisão e a atualização das informações nos sistemas de informação são desafios comuns em muitas empresas brasileiras, representando um problema sistêmico que pode ter consequências mais sérias do que o esperado pelos gestores.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é apresentar o relato de uma experiência empresarial para a implantação de um sistema de apontamento de produção em uma empresa do ramo da construção civil, localizada na cidade de Joinville-SC. Especializada na fabricação de tubos e conexões de PVC, essa empresa desempenha um papel fundamental no setor da construção civil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento e fornecimento de materiais essenciais para diversos projetos na região.

Esta especificação, por sua vez, tem como propósito definir os requisitos funcionais para a seleção de um fornecedor de MES (Sistema de Execução de Manufatura). O enfoque central reside na garantia de uma integração eficiente com o sistema operacional da empresa, que, no caso, utiliza o SAP ERP.

O MES deve demonstrar habilidade na integração abrangente das ordens de produção, processos, paradas de máquina e registro de peças não conformes (refugo fabril). É esperado que o sistema forneça, em tempo real, informações cruciais para a operação, incluindo a coleta de sinais para a captura precisa do tempo de ciclo dos equipamentos.

Além disso, o MES deve proporcionar uma visualização detalhada do sequenciamento do plano de produção, automatizar processos com total integração ao SAP, monitorar o status das ordens de produção e registrar com precisão lançamentos de qualidade. Detalhes minuciosos sobre paradas de equipamentos, motivadas por processos e manutenção, também são requisitos essenciais.

A ativação eficiente da cadeia de suporte para as áreas de apoio, à implementação de dashboards intuitivos para facilitar a tomada de decisões estratégicas e o estabelecimento de uma rastreabilidade abrangente das ações e checklists realizados no processo, considerando check-in e check-out em atendimentos de máquinas e processos, completam os requisitos fundamentais estabelecidos para o sistema MES.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Foi realizada uma revisão da literatura sobre a importância da gestão da produção, tecnologias da indústria 4.0, sistema de apontamento de fábricas e gerenciamento de fábricas. A gestão da produção é essencial para a eficiência e qualidade dos produtos. A indústria 4.0 envolve o uso de tecnologias avançadas para melhorar a produção. O sistema de apontamento rastreia o tempo e recursos em operações, enquanto o gerenciamento de fábrica coordena todas as operações para atingir objetivos eficientemente. A combinação desses elementos pode otimizar as operações industriais e impulsionar o sucesso empresarial.

2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

De acordo com Ludovico (2013), a gestão da produção envolve a administração dos recursos destinados à produção de bens e serviços. Hoje em dia, essa gestão é de extrema importância devido à crescente competitividade. As empresas precisam se adaptar constantemente, buscando maior eficiência na produção.

Conforme Chiavenato (2008), o planejamento é uma função administrativa que antecipa os objetivos a serem alcançados e estabelece as prioridades a serem seguidas. O controle, por sua vez, tem a função de medir o desempenho e corrigir desvios, garantindo a execução eficaz do planejamento.

Essas abordagens destacam a importância de planejar e gerenciar eficazmente os recursos de produção para que as empresas possam se adaptar às mudanças e manter a eficiência operacional em um ambiente altamente competitivo.

Davis et al. (2001) destacam que a capacidade de medir o desempenho é crítica para o sucesso das organizações. Isso permite que os gerentes avaliem o desempenho da indústria, determinem se as metas foram alcançadas e comparem seus dados com os concorrentes. Essas informações são fundamentais para tomadas de decisões informadas e estratégias de aprimoramento. Chase et al. (2006) enfatizam que os gerentes de produção precisam ter um conhecimento profundo da eficiência atual de suas operações. Isso é essencial para planejar abordagens de melhoria e otimização. Conhecer o desempenho atual fornece a base para identificar áreas que precisam de aprimoramento e para desenvolver estratégias eficazes para atingir metas de produção.

2.2 INDÚSTRIA 4.0

Conforme Heber (2015), destaca a origem da indústria 4.0 como uma iniciativa do governo alemão, que visa criar um novo modelo de fabricação baseado na integração de processos físicos e digitais. Essa revolução industrial busca promover uma maior comunicação entre máquinas, reduzindo a necessidade de intervenção humana. A indústria 4.0 é caracterizada por tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), a automação avançada e a análise de dados, permitindo uma produção mais eficiente e adaptável, onde as máquinas podem interagir e tomar decisões com base em dados em tempo real.

2.2.1 Indústria 4.0 e suas tecnologias

A aplicação das tecnologias da indústria 4.0 possibilita uma significativa transformação na gestão das operações de manufatura. Essa transformação é caracterizada pela descentralização das operações (Shafiq et al., 2015), uma maior integração tanto vertical e horizontal dentro da empresa, além do monitoramento remoto dos processos (Almada-Lobo, 2016; Brettel et al., 2014; Hermann et al., 2016).

Para implementar essa transformação, uma ampla gama de tecnologias está disponível, muitas das quais têm objetivos semelhantes. Essas tecnologias se enquadram em sete classes distintas, conforme quadro 1.

Quadro 1: Classes de tecnologias da indústria 4.0

Classe	Descrição/Explicação
1	Compreende as tecnologias utilizadas para o processamento de informações, denominada de análise e processamento de dados, que incorpora tecnologias como algoritmos avançados para otimização dos processos, <i>machine learning</i> , mineração de dados, big data e autenticação e detecção de fraudes.
2	Tecnologias direcionadas para aumentar a percepção e uso das informações, denominada de realidade aumentada, compreendendo a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário em tempo real com o apoio de algum dispositivo tecnológico como <i>wearables</i> .
3	Compreende tecnologias para o processamento de dados remotamente, denominada de computação em nuvem (<i>cloud computing</i>).
4	Direciona a portabilidade, denominada de dispositivos móveis, compreendendo a utilização de terminais móveis para acesso às informações, tais como smartphones, tablets, terminais entre outros.
5	Denominada de IoT, está destinada por realizar a comunicação e apresentação das informações. Compreende a utilização de sensores inteligentes, middleware, tecnologias de detecção de localização, aplicativos IoT, interface de aplicativos (apps), RFID entre outros.
6	É denominada de manufatura aditiva, tais como impressoras 3D, que utilizam polímeros, metais e outros materiais.
7	Denominada de sistemas cyber-físicos, compreende a robotização, automação e a utilização avançada de interface homem-máquina e máquina-máquina.

Fonte: Adaptado de Calvacante (2017).

2.3 APONTAMENTO DE PRODUÇÃO

Segundo a perspectiva de Favaretto (2001), o apontamento de produção é uma prática crucial dentro do cenário das operações industriais. Seu principal propósito é a obtenção de uma medição detalhada da produção, obtida por meio da coleta de informações durante o processo de fabricação. Essa prática desempenha um papel fundamental por diversas razões:

- a) Controle da produção: o apontamento de produção viabiliza um controle preciso sobre o que está sendo produzido. Ao registrar informações como a quantidade de produtos fabricados, os tempos de produção e os operadores envolvidos, as empresas adquirem a capacidade de acompanhar de perto o andamento da produção em tempo real.
- b) Comparação planejado x realizado: além de simplesmente mensurar a produção, o apontamento de produção permite uma comparação entre o que foi planejado e o que efetivamente aconteceu. Essa comparação é crucial

para avaliar se as metas de produção estão sendo atingidas e identificar possíveis desvios que demandem correção.

- c) Cadastro de tempo e produtividade: os dados coletados durante o apontamento são inestimáveis para o cadastro de tempos de produção e a análise de produtividade dos operadores e dos equipamentos. Isso não só ajuda no planejamento da produção, mas também fornece informações que podem ser utilizadas para aprimorar o desempenho e a eficiência das operações.
- d) Históricos de dados: com o passar do tempo, o apontamento de produção gera históricos de dados. Esses registros incluem tempos médios de operação, históricos de produção e desempenho de máquinas e operadores. Esses dados históricos são inestimáveis para avaliar o progresso, identificar tendências e implementar melhorias contínuas nas operações.
- e) Alimentação de cadastros tecnológicos: os dados obtidos durante o apontamento podem ser utilizados para alimentar sistemas tecnológicos. Eles fornecem informações precisas e em tempo real que podem ser integradas em sistemas de gestão mais amplos, tornando mais eficaz a tomada de decisões baseadas em dados e a administração das operações.

Conforme Godinho Filho (2010), o apontamento da produção, uma das atividades centrais do controle de chão de fábrica, também chamado de Shop-Floor Control, é dividido em três atividades:

- a) Acompanhamento ou monitoramento: esta atividade envolve o acompanhamento em tempo real das operações de produção, observando o andamento do trabalho, a disponibilidade de recursos, a conformidade com os planos de produção e a detecção de quaisquer problemas que possam surgir durante o processo.
- b) Cálculo de indicadores de desempenho: nessa etapa, são realizados cálculos e análises para avaliar o desempenho da produção. Isso inclui a medição de indicadores-chave, como eficiência, produtividade, qualidade e tempo de ciclo. Esses indicadores fornecem informações valiosas para a avaliação do progresso e a identificação de áreas de melhoria.

- c) Realimentação ou feedback: a atividade de realimentação envolve a comunicação de informações relevantes sobre o desempenho da produção a todas as partes envolvidas. Isso inclui relatórios, feedback para os operadores e ajustes no planejamento de produção com base nas informações coletadas. Essa realimentação é crucial para garantir a eficiência contínua e a adaptação às mudanças.

2.3.1 Tipos de apontamento de produção

Favaretto (2002) classifica o apontamento da produção em três categorias:

- a) Apontamento manual: envolve o registro manual de informações de produção por operadores em papel ou formulários.
- b) Coletores de dados: nessa categoria, dispositivos eletrônicos portáteis, como coletores de dados, são usados para registrar informações de produção de forma mais eficiente e precisa.
- c) Coleta automática: a coleta automática usa sistemas automatizados, como sensores e IoT, para registrar dados de produção sem intervenção direta dos operadores, proporcionando eficiência e precisão máximas.

A partir das observações de Favaretto (2002) em relação ao apontamento manual, embora esta abordagem tenha suas vantagens, também apresenta desafios significativos:

- a) Influência do fator humano: a confiabilidade dos dados coletados no apontamento manual é fortemente influenciada pela precisão e consistência dos operadores. Erros humanos, interpretações subjetivas e lapsos podem afetar a qualidade dos dados.
- b) Frequência de apontamento: a frequência com que o apontamento manual é realizado pode ser limitante. Quanto menos frequente for o registro de informações, mais tempo é necessário para obter uma compreensão completa e atualizada dos dados de produção. Isso pode ser um desafio em ambientes onde a agilidade nas decisões é essencial.

2.4 METODOLOGIA KAIZEN

De acordo com Ortiz (2009), a filosofia do Kaizen tem como objetivo envolver todas as pessoas dentro de uma organização, desde a alta gerência até os operários. Essa abordagem concentra-se na contínua busca por melhorias na organização, com a premissa fundamental de eliminar o desperdício. O Kaizen promove uma cultura de melhoria constante, onde todos os membros da equipe contribuem ativamente para identificar ineficiências, otimizar processos e aprimorar a qualidade, resultando em uma organização mais eficaz e eficiente.

Com base na metodologia do Kaizen, Alvarez-Ballester (2001) destaca uma abordagem fundamental de questionamento contínuo e melhoria nos processos organizacionais. Essa filosofia enfatiza a busca constante pela eliminação de desperdícios e ineficiências em todas as etapas do processo de produção e prestação de serviços. Todos os elementos que não acrescentam valor ao produto ou serviço são minuciosamente analisados e reformulados.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

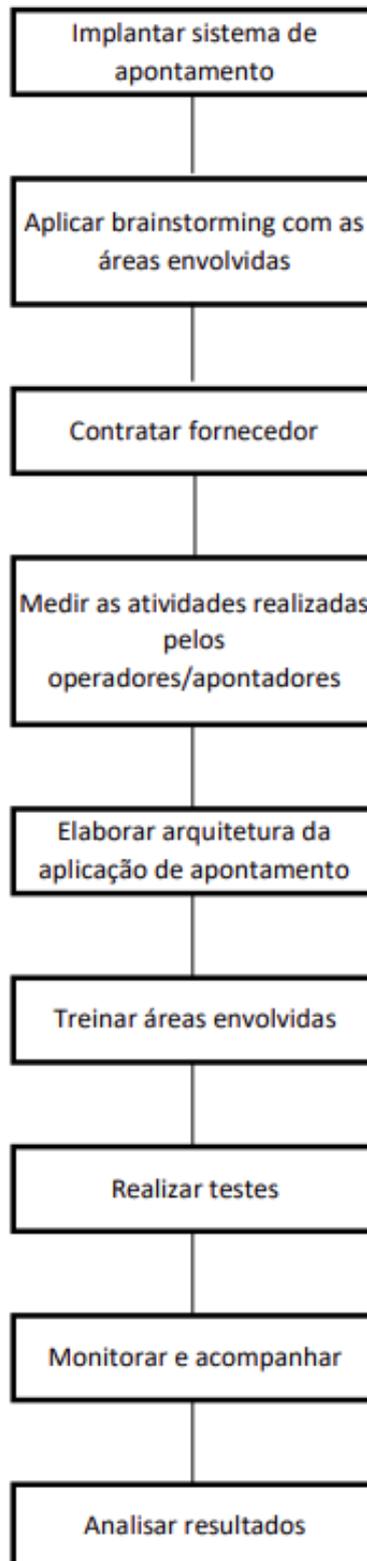
Durante a condução da pesquisa com o propósito de introduzir o conceito da indústria 4.0 no processo de apontamento da empresa e visando abordar as lacunas no processo de apontamento e identificar um sistema que apresentasse melhorias, foram realizadas atividades essenciais. Estas ações, descritas detalhadamente nos próximos tópicos, compreendem um conjunto de procedimentos metodológicos.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

O estudo atual foi conduzido em uma empresa do setor de materiais e soluções para a construção civil, situada em Joinville, Santa Catarina. A pesquisa ocorreu no período de 11/07/2023 a 16/10/2023.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Figura 1: Fluxograma das atividades realizadas



Fonte: Os Autores (2023).

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Realizaram-se diversas reuniões com consultores de tecnologias já existentes no mercado. Estas consultas visavam explorar propostas de soluções alinhadas às necessidades específicas da empresa. Durante tais encontros, os consultores apresentaram suas soluções, realizaram demonstrações práticas e foram visitadas empresas do mesmo segmento para análise do processo de apontamento de produção.

3.4.1 Kaizen

Adotou-se a metodologia do Kaizen para promover a colaboração entre as áreas de Tecnologia da Informação, Manufatura e Engenharia. Um processo de brainstorming foi conduzido para captar ideias de todas as partes envolvidas, e, a partir das propostas compiladas, definiu-se um escopo de trabalho para o desenvolvimento da solução.

3.4.2 Trabalho padronizado

Realizou-se um estudo para identificar possíveis melhorias na eficiência da ferramenta a ser implementada. Isso envolveu a medição das atividades executadas pelos operadores/apontadores durante o apontamento. O fluxo atual de uma das atividades de apontamento foi analisado, destacando a necessidade de otimização na impressão e distribuição das Ordens de Produção (OPs) e na coleta de informações para o sistema SAP.

3.4.3 Elaboração da arquitetura da aplicação

Após a padronização das atividades de apontamento, as informações foram arquitetadas para avaliar as atividades realizadas manualmente, suas regras e as expectativas da equipe em relação à aplicação. Esse processo permitiu documentar as informações para o fornecedor externo compreender o processo e desenvolver a aplicação que automatizaria ou melhoraria as atividades manuais.

3.4.4 Treinamento

Com as atividades de apontamento mapeadas e a aplicação em desenvolvimento, a equipe da extrusão foi treinada para operar a nova aplicação. Os operadores III e II foram responsáveis por abrir ordens de produção nas máquinas e realizar o apontamento de paradas e refugos, enquanto os operadores I foram treinados para a função de autocontrole, registrando amostras e inspeções de qualidade na aplicação.

3.4.5 Monitoramento e acompanhamento

A aplicação foi integrada à rotina diária de produção, exigindo um acompanhamento constante para avaliar sua eficiência. Novas cronometragens das atividades foram realizadas, e indicadores como refugo fabril, paradas e inspeções de qualidade por turno foram monitorados e comparados com o sistema SAP.

3.4.6 Levantamento de ganhos

Para justificar os investimentos realizados, foram avaliados os ganhos reais obtidos. Os resultados qualitativos, incluindo melhorias no processo, foram considerados, bem como os ganhos quantitativos, como os lucros potenciais com a implementação do sistema automatizado. Este cenário também revelou um potencial **aumento** na eficiência da fábrica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma análise minuciosa dos dados obtidos de workshops e benchmarking, a equipe do projeto deliberou sobre a tecnologia a ser adotada. Optou-se pelo programa MES, uma escolha definida por amplas discussões e embasada nos resultados obtidos.

A decisão de empregar o MES fundamenta-se na sua ampla aplicação nas indústrias 4.0. Reconhecida como uma ferramenta eficaz, sua adoção foi considerada ideal pela direção, motivada pelo ganho de desempenho que oferece.

4.1 PLANO DE AÇÃO

Com a realização da metodologia de Kaizen e aplicação da ferramenta brainstorming a equipe compilou as ideias obtidas e assim foi elaborado um plano de ação 5W2H para acompanhamento das ações conforme quadro 2.

Quadro 2: Plano de ação 5W2H

What?	Why?	How?	Who?	Where?	When?	How much?
Aplicação de trabalho padronizado	Definição das atividades de apontamento e os tempos de cada atividade	Acompanhar os apontadores de produção nas suas rotinas de trabalho e cronometrar os tempos das atividades realizadas	Analista de engenharia	Extrusão	Outubro/2023	-
Elaborar arquitetura da aplicação de apontamento	Obter o escopo para repassar para o fornecedor que desenvolver uma aplicação	Montar o escopo de funcionamento da aplicação, encaixando as atividades de apontamento	Analista de TI	Extrusão	Outubro/2023	-
Contratar fornecedor que desenvolva o aplicativo	A fim de que a empresa desenvolva a aplicação de apontamento conforme a arquitetura desenvolvida pela equipe	Pesquisando no mercado fornecedores com a experiência no desenvolvimento de aplicação para indústria	Engenharia	Extrusão	Outubro/2023	R\$150.000,00
Realização de testes	A fim de testar a eficiência da aplicação desenvolvida	Fazendo a instalação da aplicação no tablet e testando na rotina da atividade de apontamento	Analista de TI	Extrusão	Outubro/2023	-
Treinamento operacional	Treinar todos os envolvidos na atividade a fim de que os mesmos saibam operar a aplicação em suas atividades	Agendando treinamento com as turmas de operadores e explicando na prática a utilização da aplicação	Analista de engenharia	Extrusão	Outubro/2023	-
Monitoramento e acompanhamento	Acompanhar a eficácia da solução	Através de gráficos de comparação entre o apontamento atual x aplicação	Analista de engenharia	Extrusão	Outubro/2023	-
Levantamento de ganhos	A fim de justificar o investimento realizado e a continuação do trabalho	Levantamento da redução de tempo de atividades e aumento de eficiência	Engenharia	Extrusão	Outubro/2023	-

Fonte: O Autor (2023).

O plano de ação consiste em ações mapeadas pela equipe, que foram essenciais para a condução do estudo e que desta forma seria mais fácil de fazer o monitoramento e status. Cada ação possui um responsável por executá-la fazendo assim uma distribuição entre os integrantes da equipe e ganhando mais agilidade no processo.

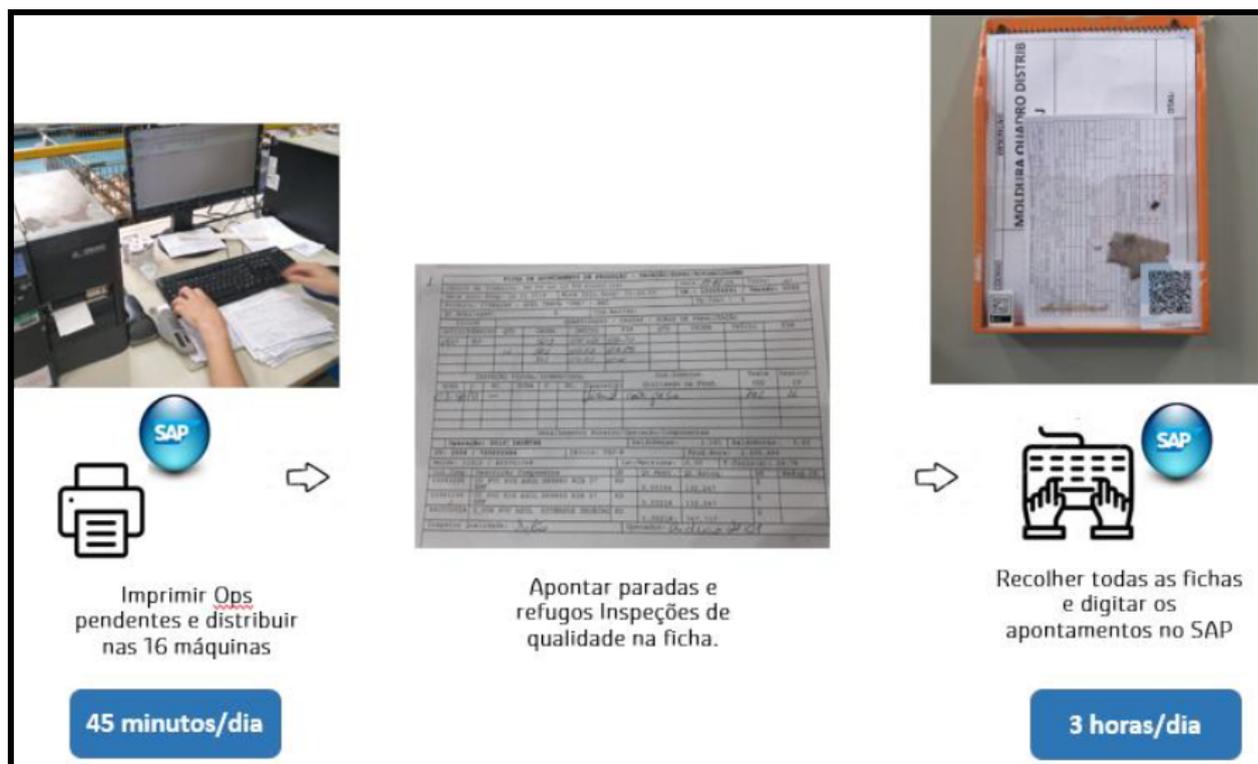
4.1.1 Aplicação do trabalho padronizado

Todas as ações foram concluídas, porém a maior dificuldade existiu para executar duas delas. A primeira seria em relação ao trabalho padronizado, devido ao fato de possuir 5 colaboradores que realizam esta atividade de apontamento na área, divididos em 3 turnos.

Cada colaborador tem sua forma de trabalhar e acredita ser a melhor forma, visto que uma premissa do projeto é ter uma forma de trabalho padrão para que a aplicação possa executar essa atividade. A dificuldade se apresentou em acompanhar cada colaborador, mapear a sua forma de trabalho e cronometrar a execução das atividades, para que depois com esses dados pudesse ser definido junto aos gestores e a equipe de engenharia de processo qual seria o trabalho padrão e suas respectivas atividades.

Na figura 2 apresenta-se o fluxo atual de uma das atividades de apontamento a qual realizou-se a aplicação do trabalho padronizado.

Figura 2 – Fluxo anterior atividade apontamento



Fonte: O Autor (2023).

Foi conduzida uma análise detalhada do cenário vigente. Verificou-se que os tempos despendidos nas atividades relacionadas ao apontamento das ordens de produção (OPs) e à subsequente distribuição nas máquinas totalizam 45 minutos por dia. A tarefa de coleta das fichas de apontamento nas máquinas, seguida pela entrada de dados no sistema SAP, contemplando os motivos de parada, refugo e seus respectivos tempos, demanda aproximadamente 3 horas diárias.

4.1.2 Resultado da aplicação do trabalho padronizado

A instalação da aplicação no processo de apontamento resultou na redução significativa das atividades. A necessidade de imprimir e distribuir ordens de produção foi substituída pela extração automatizada de relatórios do sistema SAP, carregando as ordens de produção de forma eficiente. A atividade de digitar apontamentos de paradas e refugo também foi eliminada, substituída por uma verificação no SAP, reduzindo o tempo de execução em aproximadamente 67%, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Fluxo de apontamento automatizado.



Fonte: O Autor (2023)

4.1.3 Elaboração da arquitetura e fornecedor

Para definição da arquitetura do sistema e o seu funcionamento, a aplicação deveria ter como premissa conter as ordens de produção a serem produzidas, as opções para lançar refugo de produção, paradas de máquina e o lançamento das inspeções de qualidade que deve ser realizada no produto durante a produção.

A escolha do fornecedor se deu pela parceria já existente na mesma plataforma da aplicação. E conforme explicado pela equipe de TI, a troca de fornecedor poderia não conseguir alterar a estrutura lógica já existente na plataforma e ter que começar do “zero”, o que levaria mais horas e consequentemente maior custo.

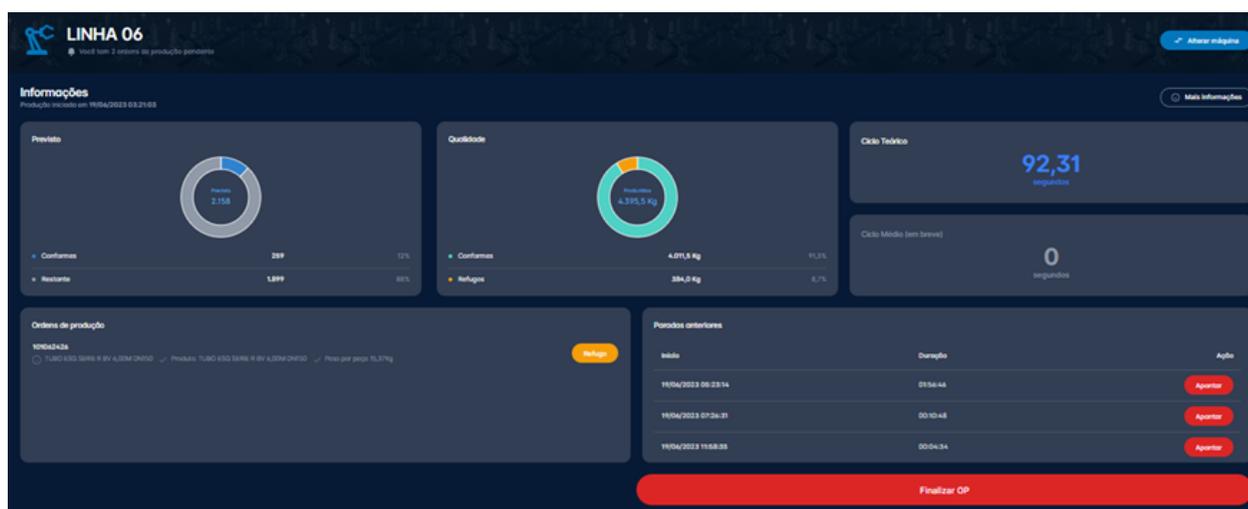
4.1.4 Realização de testes

Nesta fase, procedeu-se a uma análise em conjunto com a gestão da área para determinar o setor mais apropriado para a realização do projeto piloto da aplicação. A extrusão foi eleita devido à sua configuração, composta por aproximadamente 20 máquinas e um diversificado mix de produção abrangendo cerca de 300 itens. O departamento conta com uma equipe composta por 24 operadores, distribuídos da

seguinte maneira: 5 operadores de nível III, 3 operadores de nível II, 1 apontador e 16 operadores de nível I. Com base nessas informações, concluiu-se que esse contexto se mostraria ideal para os testes propostos.

Com a documentação da arquitetura pronta e o fornecedor escolhido, o desenvolvimento da aplicação foi realizado e conforme figura 4 temos a imagem da aplicação de apontamento no MES.

Figura 4 – Sistema MES



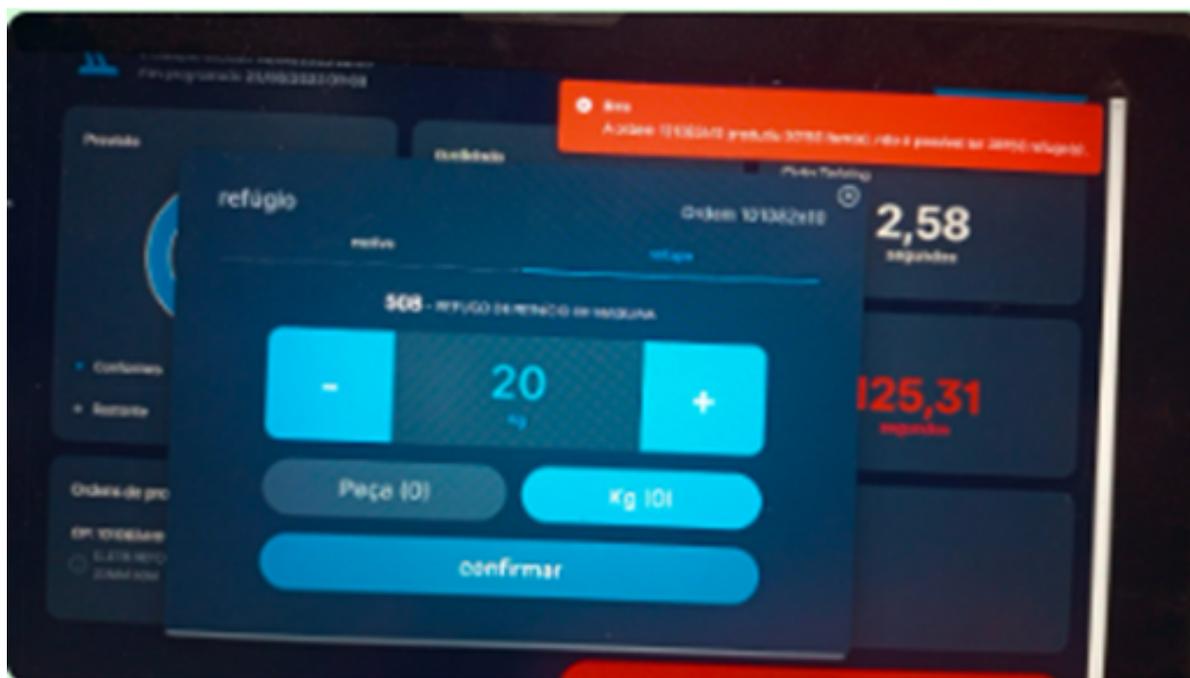
Fonte: O Autor (2023)

A tela da aplicação oferece quatro opções de janelas que tem os seguintes objetivos:

- Produção:** Nessa opção é possível visualizar as ordens de produção da máquina, os lançamentos de refugo em peça da produção e os lançamentos de parada da máquina para contabilizar as horas improdutivoas da máquina.
- Carga de dados:** Nessa opção é realizado os inputs de informação para aplicação, colocando as informações do SAP para a aplicação.
- Relatórios:** na última janela é utilizada para fazer o output da aplicação e ver quanto de produção falta para produzir.

Na Figura 5, ilustra um operador utilizando a aplicação de apontamento para registrar um lançamento de refugo.

Figura 5 – Apontamento pelo operador



Fonte: O Autor (2023)

A figura 5 apresentou um operador preenchendo os dados em seu tablet na aplicação de apontamento. A opinião dos operadores envolvidos no projeto é a facilidade e agilidade em utilizar esta aplicação para fazer os lançamentos das informações da máquina que antes era feita por papel e caneta.

4.1.5 Levantamento de ganhos

A segunda atividade na qual apresentou dificuldades para executar foi o levantamento de ganhos quantitativos, devido a implementação do sistema apresentar principalmente ganhos qualitativos. Tais ganhos são o de acuracidade no apontamento, que trazem dados mais confiáveis para análise da engenharia e para resolução de problemas futuros, além da evolução no monitoramento da fábrica, acompanhamento do status online de paradas das máquinas e assim facilitando o acionamento da cadeia de ajuda das áreas de suporte.

Porém apenas o ganho qualitativo não justifica o investimento para a diretoria, sendo assim foi necessário buscar informações de ganhos quantitativos que seriam obtidos ao realizar a implementação do sistema como redução do tempo de atividade, que resultará um payback de 1 ano e 9 meses.

É possível também estimar um potencial aumento na eficiência da fábrica com a ajuda da aplicação no monitoramento das paradas das máquinas, podendo assim ter uma liberação de demanda restrita na produção com o aumento da eficiência em 2%. A estimativa é baseada em dados obtidos de benchmarking realizados em outras empresas que aplicam tecnologia semelhante em suas produções.

4.1.6 Treinamento

Abaixo segue imagens dos treinamentos realizados com os operadores.

Figura 6 – Treinamento



Fonte: O Autor (2023)

4.2 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

Os pontos positivos decorrentes da utilização da aplicação incluem a facilidade de acesso através de tablets e a integração eficaz com o sistema SAP, eliminando a necessidade de entradas e saídas manuais de informações. Contudo, a instabilidade do wifi na área fabril, onde se encontram os tablets, destaca-se como um ponto negativo.

Comparando os pontos positivos da aplicação com o que os autores dos livros relatam, se destaca a importância de uma interface amigável ao usuário, pois mesmo que o sistema possua funções difíceis e complexas, é importante torná-las acessíveis e compreensíveis. Isto se dá, pois, conceitos complexos sempre possuem um fator

desmotivador, portanto o tempo investido nessas interfaces contribuem para um melhor sistema (MEYER, FUCHS e THIEL, (2009)).

Avaliando os pontos negativos com o que a literatura define através de McCLELLAN (2001), a integração total é muito importante, todos os sistemas devem ser capazes de trocar informações, portanto o MES deve prover mecanismos para isso. Caso contrário corre o risco de existir divergência de informações entre os sistemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidencia que a implementação da aplicação MES no sistema de apontamento resultou em uma otimização de aproximadamente 67% no tempo de execução das atividades, reduzindo custos operacionais. A prática da aplicação impulsionou a eficiência das máquinas em 2%, aumentando o potencial produtivo e proporcionando um apontamento mais preciso dos dados.

Conclui-se que as empresas devem alinhar-se às evoluções tecnológicas para colher os inúmeros benefícios, como o aumento da produtividade. A aplicação no processo de apontamento representa apenas o primeiro passo rumo à indústria 4.0. Este estudo pode ser replicado em outras empresas, desde que haja o mapeamento e padronização dos processos, permitindo a construção de aplicações adaptáveis às necessidades específicas.

Como continuidade da pesquisa, sugere-se explorar a maturidade técnica da aplicação, visando sua expansão para o restante do parque fabril. Isso implicaria na coleta automática de dados por meio de sensores eletrônicos, reduzindo a intervenção humana e alinhando a empresa aos princípios da indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-BALESTERO, M. E. **Administração da qualidade e produtividade: Abordagem do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.

ALMADA-LOBO, F. (2016). **The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES)**. Journal of Innovation Management, 3(4): 16-21.

BRETTEL, M., FRIEDERICHSEN, N., KELLER, M., & ROSENBERG, M. (2014). **How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective**. International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, 8(1), 37-44.

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

CHASE, R.B.; JACOBS, F.R.; AQUILANO, N.J. **Administração da Produção e Operações para vantagens competitivas**. 11 ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2006.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. MRP II / ERP. Conceitos, Uso e Implantação – São Paulo: Atlas, 2001.

DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FAVARETTO, F. **Considerações sobre o apontamento da produção**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba: ABEPRO, 2002.

FAVARETTO, F. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta de dados de chão de fábrica**. São Carlos, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Pós-Graduação, Universidade de São Paulo.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2010.

HEBER, A. **Business Insider**. São Paulo, 2015.

LU, Y. **Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues**. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 6, p. 1-10, 2017.

LUDOVICO, N. **Gestão da Produção e Logística**. 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2013

ORTIZ, C. A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**, Rio grande do Sul, Artmed, 2009.

SHAFIQ, S. I., SANIN, C., SZCZERBICKI, E., & TORO, C. (2015). **Virtual engineering object/virtual engineering process: a specialized form of cyber physical system for Industrie 4.0**. *Procedia Computer Science*, 60: 1146-1155. Doi: 10.1016/j.procs.2015.08.166