



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Análise dos Desafios para a Implementação de um Sistema de Apontamento Intermediário de Produção com RFID

Daniel Caldonazo

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Paraná

Silvana Pereira Detro

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Paraná

Carla Regina Mazia Rosa

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Paraná

Resumo: Quando a Toyota Motor Company, desenvolveu e implementou o Sistema Toyota de Produção (TPS), surgiu também a ideia da produção *Just In Time* (JIT) e uma das principais razões do sucesso desta ferramenta foi a introdução do conceito Kanban visando o controle e sintonia da produção entre processos e a gestão dos estoques. Com a disseminação da Indústria 4.0 foi preciso buscar alternativas para associar os conceitos clássicos do sistema Toyota de Produção às tecnologias em ascensão. Um exemplo desta associação é a utilização do já conhecido cartão Kanban acoplado a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) que consiste num método de identificação automática de objetos, coletando informações (com parâmetros predefinidos) sobre os mesmos e atualizando-os diretamente no sistema, sem qualquer interferência do operador no processo, o que representa uma solução competitiva, flexível e viável para determinar uma necessidade real na indústria. Neste cenário, o artigo em questão apresenta o estudo de caso da implementação eficaz em uma indústria automotiva do sistema de produção puxado gerenciado por Kanban com registro via RFID em suas linhas de usinagem, expondo e descrevendo a integração de práticas e conceitos de Manufatura Enxuta com a tecnologia de Identificação por RFID.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Produção Enxuta, RFID, Kanban.

Analysis of Challenges for the Implementation of an Intermediate Production Recording System with RFID

Abstract: When Toyota Motor Company developed and implemented the Toyota Production System (TPS), the idea of Just In Time (JIT) production also emerged and one of the main reasons for the success of this tool was the introduction of the Kanban concept aimed at control and tuning production between processes and inventory management. With the spread of Industry 4.0, it was necessary to look for alternatives to associate the classic concepts of the Toyota Production system with emerging technologies. An example of this association is the use of the well-known Kanban card coupled to RFID (Radio Frequency identification) technology, which consists of a method of automatically identifying objects, collecting information (with predefined parameters) about them and updating them directly in the system, without any operator interference in the process, which represents a competitive, flexible and viable solution to determine a real need in the industry. In this scenario, the article in question presents the case study of the effective implementation in an automotive industry of the pull production system managed by Kanban with registration via RFID in

its machining lines, exposing and describing the integration of Lean Manufacturing practices and concepts with RFID Identification technology.

Keywords: Industry 4.0, Lean Production, RFID, Kanban.

1. Introdução

O crescimento e o desenvolvimento social da humanidade estão ocorrendo de forma exponencial, desde o século passado principalmente devido ao avanço tecnológico, que está também fazendo com que a indústria esteja em constante processo de transformação e suas linhas de produção, orientadas para pequenas quantidades e grande variedade de produtos, com tempos de entrega mais curtos e níveis elevados de qualidade e personalização dos produtos (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014).

Como consequência, os processos de produção são cada vez mais complexos e mais variáveis, sendo necessária uma evolução nesse setor devido esta transformação estar ocorrendo a uma velocidade nunca vista (ROJKO, 2017).

A utilização de um sistema de produção em um fluxo de valor por si só já é capaz de trazer grandes benefícios à cadeia, porém ao combinar o sistema de produção puxado via cartões Kanban, com apontamentos por RFID vislumbra-se a oportunidade para as indústrias de melhorar seus processos de manufatura. (HARRIS; ROTHER, 2002; DUROC; KADDOUR, 2012). A temática RFID já foi abordada para diversos fins como uma solução que incentiva transparência com a automação de processos em diversas áreas, como gestão de logística e distribuição, englobando a rastreabilidade de produtos à manutenção e gestão de estoques (ARBACHE *et al.*, 2011).

É neste contexto que este artigo se justifica pela necessidade da transparência e rapidez das informações referentes a situação da movimentação interna de produtos em um processo produtivo de uma indústria de autopeças e do monitoramento em tempo real dos estoques existentes no fluxo de agregação de valor e, com base nisso, tomar as decisões assertivas para se garantir o fornecimento em quantidades e prazos de acordo com as necessidades dos clientes.

O estudo tem como objetivo a realização da implementação de um sistema de apontamento intermediário de produção, usando tecnologia RFID, em uma linha com diversidade de itens e em alguns casos sem tamanho definido de lote de produção, que utiliza o sistema de produção puxada por Kanban. Objetiva-se ainda entender a funcionalidade e restrições do sistema Kanban com RFID na linha da empresa estudada em questão e analisar o impacto do RFID na tomada de decisão, transparência do processo e melhoria do indicador de produtividade.

A metodologia aplicada como estratégia de pesquisa nesse artigo é a do Estudo de Caso Descritivo. Como instrumento de coleta de dados empregou-se a observação-participante. Este estudo está dividido em 5 capítulos: o primeiro, contextualiza o tema geral do trabalho, descreve rapidamente o problema que pretende solucionar ou discutir, e aponta o objetivo de sua realização. O segundo capítulo, traz uma revisão teórica sobre o tema, para a contextualização dos temas tratados neste artigo. O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada e as etapas para a execução do artigo. O quarto capítulo trata dos resultados com a apresentação do estado atual do processo e a implementação do novo sistema. Por fim o último capítulo conclui com os aspectos principais do sistema de RFID no processo produtivo.

2. Referencial Teórico

A velocidade e o impacto da transformação é tal que se fala em novas revoluções Industrial. A Indústria 4.0, é considerada a quarta revolução industrial e é uma resultante da integração de um conjunto de sistemas, onde se remete o controle total das operações e o que está

ocorrendo dentro da indústria. Este controle é realizado através da rede internet por sensores inteligentes, comunicação entre as máquinas e até dedicados *softwares* avançados, que reúnem a maior quantidade de informações necessárias para tomadas de decisões em tempo real (WANG *et al.*, 2016).

Como a evolução está cada vez mais dinâmica, a Indústria 5.0 ou quinta revolução industrial, que utiliza a criatividade, o pensamento crítico e cognitivo de especialistas humanos para colaborar com máquinas poderosas, inteligentes e precisas, com a junção da tecnologia e o potencial humano, centrado no ser humano, e não mais centrado na automação (BITENCOURT; OKUMURA, 2020).

Embora o sistema de Kanban físico seja o mais conhecido, muitas empresas têm implementado sistemas de Kanban eletrônico (e-Kanban) em substituição do sistema tradicional. Entre as principais tecnologias utilizadas pelo sistema de Kanban, destacam-se o Código de Barras e o RFID. Também se destaca que as tecnologias da Indústria 4.0, potencializam as capacidades do sistema Kanban em todos os seus aspectos e tem a capacidade de fazer estes sistemas funcionarem muito próximos do que a teoria descreve (HOFMANN; RÜSCH, 2016).

O sistema RFID é uma tecnologia de identificação automática de objetos físicos tais como: produtos, pallets, contêineres, pessoas e até animais. Esta tecnologia permite controle automático de estoques, rastreamento de produtos etc. A leitura dos objetos é realizada em grandes quantidades, sem nenhum contato visual e on-line em todo o processo produtivo, até mesmo pelo fato da etiqueta de RFID conter todas as informações a respeito do produto, inseridas num chip interno (PAHL, 2012).

O uso de RFID tem ocorrido em diversos setores. Tem grande potencial para logística, gestão da cadeia de abastecimento e sistemas de resposta rápida. RFID pode ser usado para identificar e rastrear a localização de contêineres e itens (como roupas, livros, medicamentos e outros) em armazéns e em toda a rota de remessa. RFID também pode ser usado para tornar o sistema de controle de estoque mais eficiente (ZHU *et al.*, 2012).

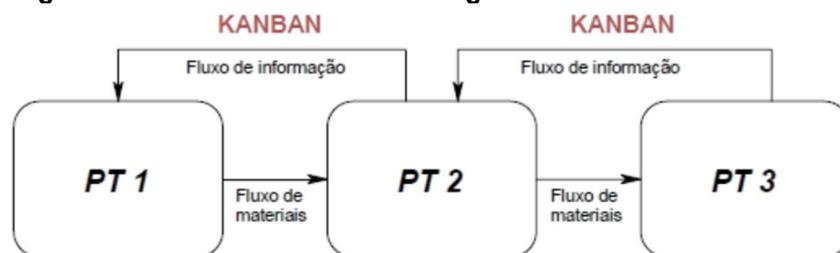
2.1 Kanban

O Kanban é um mecanismo pelo qual um posto de trabalho informa suas necessidades para a seção precedente. Esta ferramenta não mostrou grande relevância mundialmente até 1970, quando mundo passava por uma recessão devido ao excesso de estoque, onde Taiichi Ohno com o auxílio do Kanban, não só conseguiu reduzir o trabalho em progresso *Work In Process* (WIP) como também diminuir os custos de estoque. A palavra Kanban significa cartão ou sinalizador e como o nome indica utiliza um sistema de cartões ou indicadores visuais que permitem controlar e supervisionar o processo de fabricação em uma linha de produção (SPEAR, 2002).

O Kanban é um sistema que controla a produção em uma fábrica, autorizando a produção e os transportes informando a localização de componentes através de cartões. O princípio do Kanban é limitar a quantidade de estoque em processo através de um número determinado de cartões. Só se produzem ou se retiram peças de um processo, ou estoque, caso tenham-se cartões correspondentes a elas, e na quantidade fixada nos cartões (GAURY *et al.*, 2000).

O que separa o verdadeiro sistema Kanban de outros sistemas de cartão, é a incorporação do sistema puxado, já que apenas após o consumo das peças no processo posterior que é criada a autorização de fabricação de novas peças. Neste tipo de abordagem, o posto de trabalho a montante apenas deverá produzir o que lhe é pedido a jusante, e este por sua vez, apenas deve produzir o que lhe é pedido no posto imediatamente a jusante e assim sucessivamente conforme Figura 1 (ÁVILLA; CAVACO, 2008).

Figura 1 – Modo de funcionamento geral de um sistema Kanban



Fonte: Adaptado de Ávila *et al* (2008)

2.2 RFID

O conceito da tecnologia RFID não é novo, está sendo desenvolvido há mais de cem anos com a invenção do rádio, a compreensão da energia eletromagnética e o desenvolvimento do radar. O sistema RFID propriamente dito foi patenteado na forma ativa em 1973, por Mário W. Cardullo e na forma passiva por Charles Walton deste mesmo ano (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O funcionamento do RFID é por meio de uma rede de radiofrequência, com uma distância de alcance variado e dependente do chip utilizado. A comunicação é feita através de uma etiqueta com chip RFID, a antena presente no chip RFID transmite os sinais para um leitor. Este sistema é formado pelos seguintes componentes: etiquetas RFID, antenas detectoras, leitor/gravador das etiquetas RFID, computador e software. O software é responsável pelas transformações dos dados em informações úteis (NASSAR; VIEIRA, 2014).

O sistema RFID possibilita a leitura de forma automática de vários objetos em diversas aplicações, tais como contêineres, pallets, produtos e pessoas, existem inúmeras formas de utilização desta tecnologia: controle remoto de veículos, sistema antifurto em lojas, controle de acesso por cartões etc. Esta tecnologia substitui o sistema de código de barras se diferenciando por possibilitar a leitura de grandes quantidades de objetos de uma só vez, permitindo armazenar grandes quantidades de informações do produto com confiabilidade (PAHL, 2012).

2.3 O RFID e a Indústria 4.0

A incorporação da digitalização às indústrias possibilitou a criação do conceito da indústria 4.0 que basicamente conecta máquinas, sistemas e ativos, criando redes inteligentes ao longo de toda cadeia de valor, dando autonomia aos módulos de produção com a integração e controle dos processos produtivos através de sensores com equipamentos conectados em rede, integrando o mundo real com o virtual através do *Cyber Physical System* (CPS) (SCHWAB, 2019).

Para Hermann *et al.*, (2015) o CPS é um sistema que possibilita a conexão de operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada, ou seja, permitem a fusão dos mundos físicos e virtuais, através de máquinas que processam informações eletronicamente, como computadores e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas como o RFID por exemplo.

A Internet das coisas pode ser definida como uma rede na qual o CPS coopera através de esquemas de endereçamento únicos, fazendo a ligação de elementos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos, interage com os ambientes internos e externos (HERMANN *et al.*, 2015).

A tecnologia RFID quando conectada a sistemas de análise de dados resultam em ganhos expressivos na gestão de processos. Com essa integração, processos como o inventário,

movimentações de estoque, localização de produtos, conferência de recebimentos e de expedição e compra de insumos são efetuados de forma automática, em tempo real e sem erros. O resultado é mais eficiência na operação e redução de custos (MOREIRA, 2017).

3. Metodologia

A metodologia aplicada como estratégia de pesquisa nesse artigo é a do Estudo de Caso Descritivo. Nesta abordagem a preocupação dos pesquisadores está em aprofundar os conhecimentos sobre o tema e os mesmos se colocam como observadores frente ao assunto, descrevendo os elementos e fenômenos relacionados aos objetivos deste estudo (YIN, 2015).

Como instrumento de coleta de dados empregou-se a observação-participante. O objetivo da observação participante é produzir uma descrição densa da interação social em ambientes naturais. Ao mesmo tempo, os informantes são incentivados a usar sua própria linguagem e conceitos diários para descrever o que está acontecendo em suas vidas esperando-se, que no processo, emergja uma imagem mais adequada do contexto de investigação como um sistema social descrito a partir de uma série de perspectivas dos participantes (MARIETTO; SANCHES, 2013).

Com a observação-participante foi realizado o registro sistemático com anotações, feitas por operadores e demais associados da produção, acerca das dificuldades e os ajustes que se fizerem necessários para que o sistema funcionasse da maneira planejada. Tais anotações foram coletadas pelo líder do projeto que compilou os registros e atuou para resolução dos problemas evidenciados.

O método adotado neste artigo foi fracionado em três etapas para cobrir individualmente diferentes momentos do processo de implementação do Kanban com RFID na linha de usinagem, porém, estabelecendo-se uma conexão entre estas três fases.

A primeira etapa consistiu na apresentação das premissas necessárias para o desenvolvimento e implantação do RFID no fluxo de valor alvo na empresa estudada, com a compreensão do processo, seu desempenho e suas limitações. Além disso, destacou-se o Kanban neste contexto. Como a linha de usinagem que o sistema de RFID foi implementado opera em 3 turnos, foi necessário realizar 3 apresentações em cada um dos turnos, para abranger 100% dos colaboradores da linha.

A segunda etapa do estudo se concentrou na descrição do processo de implementação do RFID em si, seguindo os parâmetros delineados anteriormente, bem como a apresentação dos testes e treinamentos com os usuários. Nesta fase, lançou-se mão do recurso supracitado de registro, por meio de anotações, das dificuldades apontadas.

Por fim, na última etapa, no capítulo 4, será realizada uma reflexão crítica sobre o sistema implantado.

3. Resultados

Seguindo as etapas previstas para o estudo de caso, a discussão inicia-se com a apresentação do estado atual do processo para então se fazer o reconhecimento e desdobramentos das premissas necessárias para que a linha receba o Kanban com RFID.

3.1 Etapa 1: Estado atual e premissas para o novo modelo

Em uma linha de produção, a utilização do Kanban com RFID é uma ferramenta eficaz para solucionar problemas decorrentes do processo de abastecimento de materiais processados, de transparência nas informações do WIP, além de promover o fluxo contínuo e a existência de um processo enxuto (HARRIS; ROTHER, 2002).

Na linha de usinagem neste artigo, um dos problemas identificados no mapeamento do estado atual do fluxo de valor foi a utilização de cartões Kanban em modelo papel impresso

que eventualmente eram reutilizados, caso sua integridade física estivesse preservada. Estes cartões eram gerados pelo líder do processo e continham informações básicas referente ao número de tipo a ser produzido e quantidade. Esta prática acarretava essencialmente nos seguintes desvios:

a) Falhas no abastecimento decorrente da perda e avarias de cartões e, conseqüentemente, necessidade constante de geração e impressão de novos. Este ponto é relevante pois na produção puxada a quantidade de cartões Kanban é definida e calculada através de metodologia específica e a perda de cartões resulta em desvios no abastecimento e, quiçá, problemas no fornecimento das quantidades para o cliente. Este tópico tem impacto direto no fluxo de informações e materiais, afetando o lead time e a quantidade de estoque intermediário na fábrica;

b) Dificuldade de identificação da etapa do processo em que ocorreu alguma falha, conseqüência da falta de registro das movimentações, afinal os cartões não possuíam nenhum elemento (um chip, por exemplo) que fosse capaz de se comunicar automaticamente com um sistema ERP e registrar as informações.

Estas dificuldades podem ser evidenciadas através de alguns dados históricos, coletados na própria operação. Com relação ao primeiro item listado, o índice médio de perdas de cartões Kanban impressos gira em torno de 15% por mês, do total de 1535 cartões, o que representa a necessidade de reinserção de aproximadamente 300 cartões por mês no fluxo. Esta atividade demandava cerca de 10 horas de trabalho por mês na produção de novos cartões pela liderança de produção. É importante explorar um pouco mais os impactos no fluxo de informações e materiais; o grande *lead time* de processamento dos produtos é conseqüência da quantidade de cartões Kanban inseridos no sistema incorretamente. O resultado deste *lead time* é o aumento do volume de estoque intermediário, entre as etapas do processo.

Em relação ao segundo problema, as movimentações entre centros de custo e, de modo geral, o fluxo de informação no processo não era registrado, o que tinha como conseqüência a grande dificuldade em se investigar as causas de falhas no abastecimento além da impossibilidade de se ter rastreabilidade dentro do processo. Para a solução dos problemas foi necessário aumentar o nível de integração interna, registrando e centralizando as transações no sistema. Para isso, o primeiro ponto a se cumprir antes da implementação do RFID propriamente dito foi a definição dos pontos onde serão realizados os apontamentos intermediários da produção.

Na empresa em questão foi definido como local para apontamento intermediário e automático da produção o processo denominado como primeiro *loop*, ou seja, delimitou-se um grupo de operações e, após a última operação deste grupo, definiu-se o local de apontamento da produção por RFID, onde, na prática, foi instalado um leitor para que o operador possa passar o cartão Kanban RFID (Figura 2).

Figura 2 - Leitor de RFID e cartão Kanban com TAG RFID



Fonte: Empresa estudada (2023)

Da mesma forma, alinhou-se estrategicamente este local como o ponto de retorno do cartão Kanban no sistema puxado. Definiu-se, desta forma, o primeiro loop de controle, conforme Figura 3.



Fonte: Autoria própria (2022)

Uma vez definido o loop de controle, para o correto funcionamento do RFID foi preciso que as bases de dados de todos os números de tipo, os cadastros dos materiais no sistema, as listas de referência de estrutura do item fossem revisadas e corrigidas, se necessário. A execução destas atividades é essencial e mandatária antes da implementação do RFID na linha, pois o RFID se utiliza destas bases de dados mencionadas para realizar as movimentações no sistema e cumprir sua função. Erros nas bases acarretaram transferências de saldos para locais incorretos, erros e falhas de apontamento, distúrbios na operação podendo levar ainda, a problemas no processo de inventário.

É imprescindível trazer à luz da discussão as limitações identificadas antes da implementação do Kanban com RFID no primeiro loop. O principal entrave mapeado é a impossibilidade de se trabalhar com o RFID em lotes variáveis. Isso se dá ao fato de que as quantidades de peças por cartão definidas, 150 peças no caso estudado, não podem ser alteradas no decorrer do processo conforme necessidade. Para contornar esta situação, foram criados cartões sem quantidades definidas a serem utilizados única e exclusivamente para lotes com quantidade inferior a 150 peças, que não possuem TAG RFID.

3.2 Etapa 2: A implementação do novo sistema

O novo sistema foi pensado de forma a possibilitar aumento de eficiência e confiabilidade do processo. O mapeamento do novo sistema é semelhante ao apresentado por meio da Figura 3, porém o fluxo de informações sofreu mudanças significativas. Os cartões Kanban impressos pela liderança foram substituídos por cartões Kanban plastificados e com TAG RFID (produzidos em quantidade determinada), compondo um sistema eletrônico composto de leitores de dados e os próprios cartões RFID. A quantidade de peças definida por cartão permaneceu a mesma, 150 peças por cartão, conforme o lote de transferência padrão definido (de acordo com a capacidade máxima de 150 peças no pallet utilizado na empresa parceira).

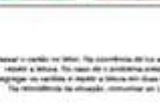
Conforme planejamento, nos locais definidos os leitores de RFID foram instalados. Ao todo, foram instalados três leitores que cumprem funções distintas no sistema. Os cartões foram cadastrados individualmente no SAP e tiveram seu status definido em 3 estágios:

- Vazio: cartão aguardando entrar em processo;
- Em processo: cartão que já iniciou o processo e possui a quantidade de matéria prima atribuída ao seu status;
- Cheio: cartão que finalizou o loop. Neste estágio a quantidade de peças produzidas é também utilizada no SAP como referência para o cálculo de produtividade do processo.

Além da estrutura física, elaboraram-se também instruções de trabalho que indicam ao operador a sequência correta dos leitores, os locais de registro, os locais de depósito de

cartão e do plano de reação para os desvios. De posse destas documentações, os operadores foram treinados e o sistema pode ser implementado, conforme Figura 4.

Figura 4 - Documentações utilizadas para treinamento

PROBLEMAS	Apontamento de material RFID e leitura - Produto tipo (PT) 10	Ed.	0
EQUIPAMENTO	Leitor RFID	Ed.	06
ESTABELECIMENTO DA SITUAÇÃO	DI QUA SITUAÇÃO?	COMO FAZER?	POR QUÊ FAZER?
Passar cartão W no leitor  STATUS DO CARTÃO: PROCESSO	Não há erro no sistema.	Antes de iniciar a primeira operação, passe o cartão RFID a passar no leitor de entrada em processo. O cartão deve apontar a caixa de origem ao longo do processo. Se o sinal vermelho, não há erro, o cartão com erro a seguir antes de iniciar a operação.	
Status do cartão: CHEIO 	Não há erro no sistema.	No momento de passar o material o cartão RFID deve apontar no leitor de entrada em processo. Se o sinal vermelho, não há erro, o cartão com erro a seguir antes de iniciar a operação.	 Para seguir a implementação das melhorias de controle de estoque, não se preocupe com o erro.
Status do cartão: VAZIO 	Não há erro no sistema.	No momento de passar o material para gerar o cartão RFID deve apontar no leitor de entrada em processo. Se o sinal vermelho, não há erro, o cartão com erro a seguir antes de iniciar a operação.	
OBSERVAÇÃO	Quando a leitura não ocorre e o sistema não aponta para a identificação e o controle de estoque de seu produto.	Passar o cartão no leitor. No momento de ler o produto, o leitor deve apontar no leitor de entrada em processo. Se o sinal vermelho, não há erro, o cartão com erro a seguir antes de iniciar a operação.	
A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais. A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais.	A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais. A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais.	A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais. A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais.	A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais. A implementação do uso de RFID é obrigatória para todos os produtos e materiais.

Instrução

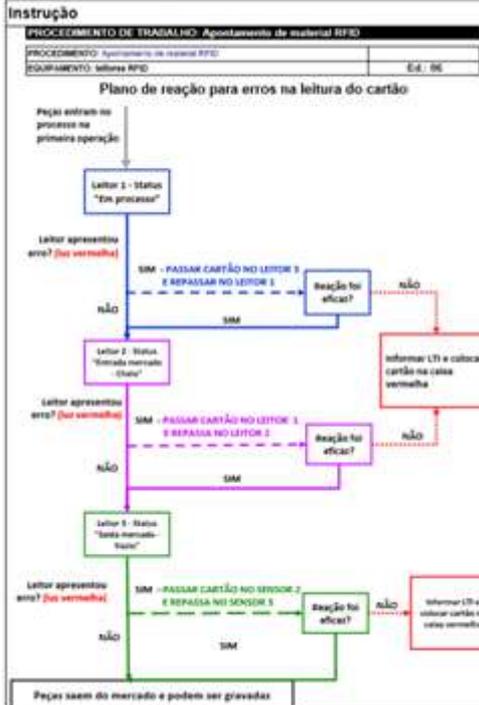
PROCEDIMENTO DE TRABALHO: Apontamento de material RFID

PROCEDIMENTO: Apontamento de material RFID

EQUIPAMENTO: Leitor RFID

Ed.: 06

Plano de reação para erros na leitura do cartão



Fonte: Empresa estudada (2022)

A funcionalidade dos leitores instalados foi testada pela liderança do projeto com a utilização dos cartões Kanban RFID. Nestes testes observou-se a sequência, sinais luminosos nos leitores e cartões defeituosos, conforme Figura 5.

Figura 5 - Teste para identificar erro no cadastro dos cartões.



Fonte: Empresa estudada (2022)

Nas semanas seguintes a implementação um *flip chart* foi disponibilizado na linha de produção para que fossem feitos todos os registros possíveis de problemas encontrados, sugestões e dúvidas referentes ao uso do Kanban com RFID. Um dos pontos levantado pelos operadores foi a necessidade de se alterar a posição do leitor de apontamento pois no *layout* inicial sua localização favorecia o erro uma vez que ele estava muito distante do trajeto usual do operador. Além disso, foi sugerido também um sistema de gestão visual com lembretes aos operadores sobre o RFID e o Kanban.

Outro ponto levantado foi que devido a diversidade de tipos de produtos no processo (em torno de 40 tipos por dia, em uma quantidade total de 1453 tipos liberados para produção), alguns apontamentos não eram possíveis utilizando cartões com múltiplos de 150 peças, pois alguns suportes estavam com quantidade inferior a 150 peças. Esse tipo de apontamento, representa aproximadamente 6% de todos os registros gerados e erros

devido a intervenção humana, no caso de apontamentos manuais estavam ocorrendo e impactando na confiabilidade e exatidão do sistema como um todo.

Para resolver este problema foram utilizados leitores Alpe Scan, conforme exemplo na Figura 6, conectados via a rede *wireless* da empresa, para os lotes que forem incompletos, digitando a quantidade de peças no *display* e realizando a leitura da etiqueta com chip RFID do cartão Kanban pelo coletor do Alpe Scan.

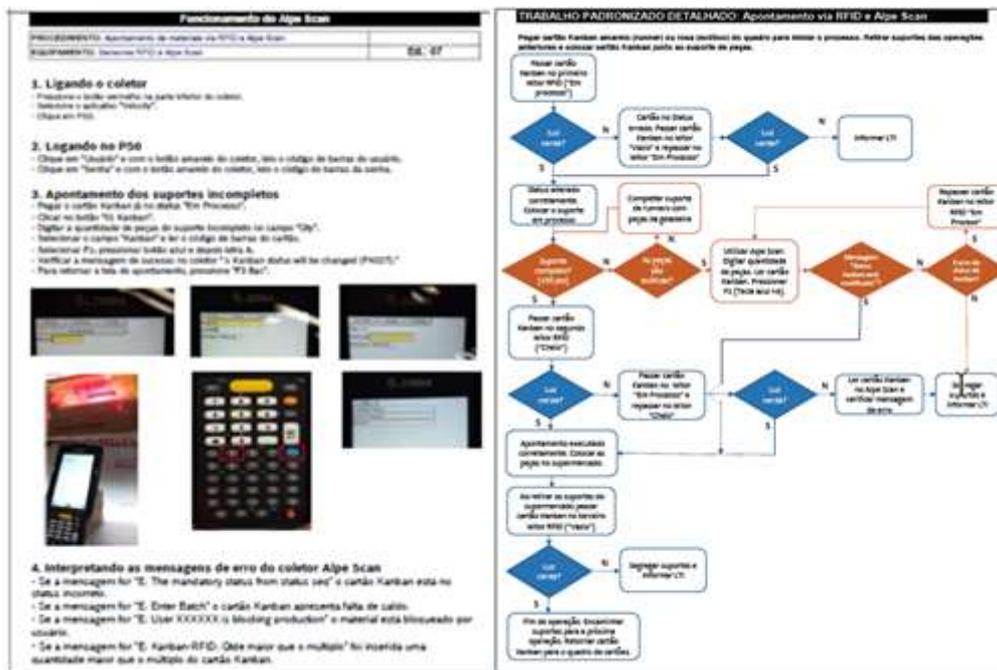
Figura 6 - Leitor Alpe Scan



Fonte: Empresa estudada (2022)

Para facilitar o entendimento dos procedimentos e a reação em caso de algum ponto de indecisão, foi elaborado a instrução e o fluxograma conforme Figura 7, para treinamento dos operadores.

Figura 7 - Leitor Alpe Scan e Fluxograma



Fonte: Empresa estudada (2022)

5. Conclusões

Este artigo teve como objetivo a realização da implementação prática de um sistema de apontamento intermediário de produção, usando tecnologia RFID, em uma linha de usinagem que operava com o sistema de produção puxada por Kanban. Com a utilização desta tecnologia, foi possível atingir a transparência e rapidez necessária para que o sistema de produção fosse monitorado em tempo real, como também devido aos apontamentos *on-line* manter os indicadores de produtividade atualizados, contribuindo com a tomada de decisão dos gestores da linha de usinagem, tanto para corrigir os desvios referentes ao giro de produtos e da produtividade diária.

Os ganhos com a adoção do *Kanban* com RFID não se resumem apenas aqueles que são diretamente mensurados em indicadores de processo, mas também no tempo utilizado pelos líderes de produção, a redução do consumo de papel e a possibilidade de se ter em mãos os recursos necessários para se tomar decisões de maneira mais rápida e eficiente.

Os benefícios do *Kanban* já são amplamente conhecidos e difundidos na literatura da área e com esse artigo foi possível identificar na prática a junção da ferramenta clássica e teórica com uma aplicação prática na indústria associada a uma ferramenta de conectividade do processo.

A limitações da pesquisa pode-se destacar a implementação em apenas um processo, sendo que caso fosse em todo o processo, traria uma visão gerencial dos estoques e movimentação de produtos ampla e melhor análise com a visão do processo desde o início até o final da linha de produção. Como sugestão para trabalhos futuros, toda esta conectividade aplicando a ferramenta de *Business Intelligence* para monitoramentos via *dashboards*.

Referências

ÁVILLA, P.; CAVACO, I. **A gestão da produção em ambiente just in time**. v.3, 2008.

ARBACHE, F. S.; SANTOS, A. G.; MONTENEGRO, C. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. São Paulo: FGV, 2011.

BITENCOURT, R. S; OKUMURA, M. L. M. Um panorama da Indústria 5.0: o resgate do fator humano. In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Ergonomia**. 2020.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. WW Norton & Company, 2014.

DUROC, Y.; KADDOUR, D. RFID potential impacts and future evolution for green projects. **Energy Procedia**, Elsevier/Science Direct, v. 18, p. 91-98, 2012.

GAURY, E. G. A.; PIERREVAL, H.; KLEIJNEN, J. P. C. An evolutionary approach to select a pull system among kanban, conwip and hybrid. **Journal of Intelligent Manufacturing**. v. 11, n. 2, p. 157-167, 2000.

HARRIS, R.; ROTHER, M. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review. **Technische Universität Dortmund, Dortmund**, v. 45, p. 1-15, 2015.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.

SPEAR, S. J. **Just-in-Time in practice at Toyota: Rules-in-Use for building self-diagnostic, adaptive work-systems**. Division of Research, Harvard Business School, 2002.

MOREIRA, L. D. **Indústria 4.0: estudo da cadeia produtiva da madeira no Paraná**. Curitiba, 66 p., 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão da Tecnologia da Informação e Comunicação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NASSAR, V.; VIEIRA, M. L. H. A aplicação de RFID na logística: um estudo de caso do sistema de infraestrutura e monitoramento de cargas do estado de santa catarina. **Gestão & Produção**, v. 21, p. 520-531, 2014.

OLIVEIRA, J. C.; PINOTTI, M. A.; LOPO, W. N. Avaliação da implantação da tecnologia RFID no setor de beneficiamento de uma indústria têxtil. **Revista Espacios**, v. 38, n. 17, p. 17, 2016.

PAHL, T. E. **Estudo sobre a adoção da tecnologia RDID na indústria automotiva**. Curitiba, 51 p., 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

ROJKO, A. Industry 4.0 concept: background and overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v.11, n. 5, 2017.

WANG, S.; WAN J.; ZHANG, D.; LI, D.; ZHANG, C. Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZHU, X.; MUKHOPADHYAY, S. K.; KURATA, H. A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 29, n. 1, p. 152-167, 2012.