

Manufatura *Lean* aplicada no processo fabril para implantação do código de barra bidimensional QR-Code no controle operacional e funcional

***Lean* manufacturing applied in the production process for the implementation of two-dimensional barcode QR-Code on operational and functional control**

Jorge Okumura* – jorge.okumura@sc.senai.br
Carlos Antônio Vinotti* – vinotti@sc.senai.br
Ismael Luiz Santos* – ismael.luiz.santos@gmail.com
Maria Lucia Miyake Okumura** – lucia.miyake@pucpr.br
Osiris Canciglieri Junior** – osiris.canciglieri@pucpr.br

*Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção – (ISTLP/SENAI), Itajaí, PR

**Pontifícia Universidade Católica do Paraná – (PPGEPS/PUCPR), Curitiba, PR

Article History:

Submitted: 2018 - 07 - 26

Revised: 2018 - 11 - 12

Accepted: 2018 - 11 - 13

Resumo: As exigências do mercado sobre os quesitos de agilidade, confiabilidade das informações para a identificação dos produtos e rastreabilidade, elevaram as exigências dos controles dentro da cadeia de manufatura, contribuindo no aumento da ineficiência e da queda de produtividade nas empresas. O advento das novas tecnologias, a descoberta de novas ferramentas de trabalho desenvolvidas a partir da evolução da Tecnologia da Informação, em conjunto com o “pensamento *Lean*”, criou a possibilidade de reversão desse quadro. O uso do código de barra tornou-se mais precisas as informações conjugadas à melhoria da produtividade nos diversos segmentos da cadeia de produção. O presente artigo é um estudo de caso de preparação do ambiente fabril para a implantação da ferramenta código de barra bidimensional QR-Code numa empresa de injeção de plástico sediada em Curitiba/PR. Os resultados alcançados mostraram desempenhos significativos pós *Kaizen* e implantação do código de barra bidimensional, conforme os indicadores de rejeição no cliente, atendimento ao pedido, rejeição no processo de fabricação, tempo de troca de modelos, *Lead Time* de fabricação e estoque de produto acabado, que resultaram acima das metas estabelecidas. Os processos de manufatura ganharam em confiabilidade e produtividade, reduzindo a preparação de formulários para inserção de dados no sistema.

Palavras-chave: Tecnologia da Informação; Manufatura Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Código de Barra Bidimensional QR-Code

Abstract: The demands of the market over the requisites of agility, information confiability to identify the products and traceability, have elevated the control exigence inside the manufacturing chain, contributing for the increase of inefficiency and decrease of the companies productivity. The advent of new technologies, the discovery of new work tools developed from the Information Technology evolution, together with the "Lean concept", has created the possibility of reverting this frame. The use of the bar code has turned more precise the information conjoint to the productivity improvement in the diverse sections of the production chain. The present article is a study case of preparation of heavy industry environment for the implementation of the bidimensional bar code tool QR-Code in a company of plastic injection situated in Curitiba/PR. The obtained results have shown significative performance after *kaizen* and implantation of the bidimensional bar code, as shown in the client's indicators of rejection, order fulfillment, rejection in the manufacture process, exchange time of models, manufacture Lead Time and storage of the final product, which resulted above the established aims. The process of manufacture has gained in confiability and productivity, reducing the preparation of forms to insert data in the system.

Keywords: Information Technology; Lean Manufacturing; Toyota Production System; Bi-dimensional Bar Code QR-Code

1. Introdução

A globalização da economia e a revolução das relações comerciais com o surgimento da tecnologia de informação permitem que as organizações tenham acesso fácil aos novos conhecimentos e busquem atualizações tecnológicas. Estas novas técnicas contribuem para competitividade no mercado ao alinhar-se para obter uma produção enxuta eliminando desperdícios e reduzindo os custos de manufatura (Walter e Tubino, 2013; Monden, 2015). Os objetivos de competição em manufatura se relacionam com a medição de resultados segundo uma perspectiva sistêmica. Um sistema de manufatura realimentado por informações pode detectar a tempo as mudanças ambientais que incidem nos resultados operacionais e colaborar na melhoria da qualidade e produtividade (Fogliatto e Ribeiro, 2011; Monden, 2015; Okumura et al., 2018).

Com intuito de elevar os resultados operacionais da unidade fabril, foi elaborado um plano de trabalho visando a implantação de controles informatizados em substituição aos controles manuais vigentes. Durante os levantamentos de dados preliminares, foi constatado que com a forma de condução dos processos operacionais atuais e o nível de precisão da informação encontrada, não seria possível atingir a eficiência desejada. Neste contexto, o objetivo da pesquisa é a preparação do ambiente fabril para a implantação da ferramenta código de barra bidimensional QR-Code numa empresa de injeção de plástico para autopeças. Neste processo de preparação da unidade fabril foi aplicada a filosofia de manufatura enxuta em um estudo de caso.

Deste modo, o estudo de caso iniciou com a revisão bibliográfica dos principais temas em *Lean Manufacturing*, tecnologia de informação e código de barra bidimensional. Na sequência, foi coletado dados para identificar os indicadores existentes para efetuar futuras comparações após a implantação do processo. O processo de implantação foi seguido conforme a gestão de sistema *Lean* no setor de fabril. Ao final, apresenta-se os resultados de acompanhamento e metas alcançadas no período de três anos.

2. Revisão bibliográfica

2.1 *Lean Manufacturing*

Os princípios e técnicas de gestão da produção desenvolvidas a partir da segunda metade do século XX, como o Sistema Toyota de Produção (STP) no Japão, se difundiram, sendo atualmente estudados, replicados e adaptados por organizações de todo o mundo, com vistas à

manutenção de sua competitividade, porém de forma global e não mais localmente (Monden, 2015; Martins, 2015). O conceito de *Lean Manufacturing* ou manufatura enxuta é baseado no Sistema Toyota de Produção (STP), que é justamente a eliminação total do desperdício. Ohno (1997) e Shingo (1996) identificaram sete grandes tipos de perdas a seguir: (i) por superprodução; (ii) por transporte; (iii) por processamento em si; (iv) por fabricar produtos defeituosos; (v) por espera; (vi) por estoque; (vii) por movimento (Okumura et al., 2018; Martins, 2015). Segundo Martins (2015), estes desperdícios podem ser identificados por meio de Mapeamento de Fluxo de Valor, que é traçado todas as atividades do processo com parâmetro de tempo para executar cada tarefa.

Campos (2014) e Walter e Tubino (2013) observam a necessidade do controle de qualidade do produto, que incide no custo final de manufatura. Assim, Womack (2004) afirma que o pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, cujas ações são alinhadas na melhor sequência criando o valor e realizar as atividades cada vez mais eficiente.

Os dois pilares de STP são as técnicas da Automação e *Just-in-time*. A ideia central da Automação é impedir a geração e a propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção (Ghinato, 1996; Monden, 2015). *Just-in-time* é o pensamento onde está conceituado que, “cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, na quantidade necessária” (Ohno, 1996). Assim, a redução de desperdício provem da produção *Just-in-time* e flexibilização da mão de obra (Martins et al., 2017). A parte mais visível do conceito está presente no uso do método denominado de “*Kanban*”, ferramenta utilizada para o controle do estoque e a transmissão da informação sobre quando produzir ou adquirir determinado produto (Walter e Tubino, 2013; Monden, 2015).

Entre as ferramentas utilizadas no sistema Lean, está o 5S. Segundo Silva (1996), 5S refere-se na realidade a cinco palavras japonesas iniciadas com a letra "S": *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que caracteriza um conjunto de cinco conceitos simples que, ao serem praticados, são capazes de modificar e simplificar o ambiente de trabalho da organização, reduzir o desperdício, melhorando os aspectos de qualidade, produtividade e segurança nas empresas, tornando-o um "ambiente da qualidade" altamente estimulador para que as pessoas possam transformar os seus potenciais em realização (Okumura et al., 2018; Martins, 2015). Ribeiro (2016) afirma que o foco de pesquisas por muitas empresas está em conhecer as ferramentas gerenciais, que são utilizadas para justificar os seus grandes ganhos de produtividade (Qualidade Total, Sistema de Produção *Just-In-Time* ou *Lean Manufacturing*;

Manutenção Produtiva Total – TPM; Círculos de Controle de Qualidade – CCQ; o princípio de melhoria contínua – *KAIZEN*). No entanto, para o sucesso das ferramentas gerenciais é essencial a aplicação do 5S, que é a formação da base física e comportamental (Walter e Tubino, 2013).

2.2 Aplicação da Tecnologia da Informação

As decisões acerca do uso da Tecnologia da Informação (TI) para apoiar o sistema de manufatura das empresas tornaram-se mais importantes, pois podem ter grande impacto estratégico, na qual a operação *Just-in-time* passa a ser fator de obtenção e de manutenção de vantagens competitivas. Essa maneira de operar exige respostas rápidas, flexibilidade de *mix* de volume de produção, bem como o atendimento às necessidades específicas dos clientes, que representa importantes fatores de diferenciação (Slack, 1993). O desempenho da empresa passa a ser avaliado de maneira mais abrangente, não se restringindo mais a indicadores unicamente financeiros, como o atendimento às expectativas dos clientes e processos de qualidade (Laurindo, 2002; Kaplan e Norton, 2001).

Por outro lado, a TI está cada vez mais presente nas atividades ligadas à produção, desde os antigos sistemas de controle até os modernos sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*). O grande volume de recursos necessários para a implementação desses sistemas levantou dúvidas acerca da viabilidade da introdução.

Uma das soluções para a obtenção de retornos consideráveis dos investimentos em TI seriam a coordenação e o alinhamento entre as estratégias de negócio e de TI, obtidos em um processo dinâmico e contínuo ao longo do tempo (Lean Institute Brasil, 2018). Essa perspectiva estratégica para a seleção de aplicações de TI permite maior retorno em termos de resultados do negócio. Somente a capacidade da empresa em explorar a eficácia no uso da TI de forma contínua possibilita a manutenção de vantagens competitivas. Cabe lembrar que a *eficácia* está associada à satisfação de metas, objetivos e requisitos de caráter mais amplo do negócio da empresa, enquanto *eficiência* está associada ao uso dos recursos (Laurindo, 2002).

As aplicações de TI voltadas à produção são destacadas por operacionalizam diferentes modelos usados no PCP. Neste sentido, os sistemas MRP (*Materials Requirements Planning*), permitiu equacionar o problema do cálculo de necessidades de materiais para produção de *mix* de produtos. Os sistemas MRP evoluíram para sistemas MRP II (*Manufacturing Resources Planning*), que passaram a ter maior abrangência, permitindo incluir no planejamento outros aspectos, como planejamento da capacidade (CRP – *Capacity Requirements Planning*), e

permitindo a gestão de outros recursos (equipamentos, mão-de-obra etc.) e materiais (Laurindo 2002, Okumura *et al.*, 2018).

Ainda segundo Laurindo (2002) e Okumura *et al.* (2018), os sistemas MRP II foram, por algum tempo, o estado da arte em termos de instrumento de planejamento da produção, principalmente em sistemas de produção intermitente. A partir dos anos 80, surgem outros modelos como *Just-in-time* (JIT) para controle de estoques na produção automobilística, que mais tarde foram introduzidos no MRP II e em áreas de gestão. Esta nova geração de sistemas foi denominada de “Sistemas ERP”, chamados genericamente de Sistemas de Gestão Empresarial (Laurindo e Mesquita, 2000). A próxima evolução consiste na TI integrando as diversas etapas da cadeia de suprimentos, inicialmente pelo EDI e atualmente via *e-commerce* B2B – *business to business* (Medeiros Junior, 2002).

O sistema ERP é mais procurado pelo ramo industrial, onde há a preocupação crescente de que haja um ambiente integrado de sistemas de informação que deem suporte aos objetivos da produção (Laurindo, 2002).

2.3 Código de barra bidimensional

A empresa Denso Wave Incorporated (2009) foi uma das precursoras do código de barras bidimensional. O código de barra é utilizado amplamente devido à velocidade de leitura dos dados, precisão e alta manuseabilidade. À medida que a sua utilidade vem sendo reconhecida, foram identificadas maiores necessidades do mercado – maior capacidade de armazenagem, código com capacidade de expressar mais tipos de letras e capacidade de impressão em espaços menores.

Para atender a essa demanda, foram testadas várias soluções, tais como, aumentar a quantidade de caracteres, “empilhar” vários códigos. Entretanto, esses esforços resultaram em problemas tais como: aumento da área de apresentação do código, dificuldade de leitura, elevação do custo de impressão.

O *Quickly Response Code* (QR-Code) é um tipo de código bidimensional de formato matriz, desenvolvido em 1994 pela empresa japonesa Denso Wave, com o objetivo de ter um código de fácil identificação pelas leitoras. Segundo a Denso Wave Incorporated (2009), o QR-Code apresenta o melhor desempenho entre os outros modelos desenvolvidos do formato matriz, tendo como características principais: a grande capacidade de armazenamento de caracteres em espaço reduzido além da alta velocidade de leitura (Okumura *et al.*, 2012).

A decisão do uso do QR-Code nesta pesquisa foi devido à facilidade oferecida no desenvolvimento do trabalho (Okumura *et al.*, 2018), pois, a empresa em estudo e o cliente adotaram o mesmo sistema operacional, reduzindo o tempo e o custo do desenvolvimento.

O uso do código de barra bidimensional permite aumentar a eficiência e a confiabilidade dos processos de controle através da redução ou eliminação da necessidade da digitação no sistema de banco de dados (Denso, 2009; Okumura *et al.*, 2012). Porém, para a adoção desta ferramenta de trabalho, requer-se uma preparação para sua implantação como o enxugamento dos processos alvos, pois não há uma forma única de implantação para cada processo ou empresa, cada qual tem as suas particularidades. Conforme Martins (2015), torna-se desperdício maior ao “informatizar os processos não produtivos e administrativos como solução para os problemas”.

3. Metodologia de pesquisa

Segundo Martins (2006), a metodologia faz-se necessário para análise de dados consistentes em examinar, classificar e categorizar dados, opiniões e informações coletadas, é preciso construir uma teoria que ajude a explicar e clarificar o objeto de estudo. A metodologia desta pesquisa é um estudo de caso pela natureza de investigação empírica de fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real, com embasamento teórico, coleta de múltiplos dados e evidências no resultado para obter as conclusões do trabalho (Martins, 2006).

O procedimento técnico de pesquisa desenvolvido para este trabalho vem do conhecimento adquirido nos estudos realizados no chão de fábrica sobre as etapas dos processos de fabricação, bem como do conhecimento adquirido através das pesquisas realizadas sobre os sistemas de trabalho, com especial ênfase ao pensamento *Lean* baseado em STP. Segundo Thomaz (2015) e Martins *et al.* (2017), um modelo de metodologia que corresponde à realidade da organização consegue identificar os detalhes e a possibilidade de integração de diferentes fatores, definindo um modelo próprio para implantação.

Os colaboradores da empresa receberam os treinamentos das ferramentas que foram aplicadas: 5S, TRF, *Kanban*, *Andon*, Cronoanálise, Qualidade na fonte, *Kaizen*, entre outros. A equipe de treinamento foi formada de profissionais especializados em *Lean* no curso de intercâmbio realizado no Japão pelas empresas do grupo Toyota desde os anos de 1988.

Foi elaborado o Mapa de Fluxo de Valores para analisar os detalhes dos processos tais como: o material e equipamento (molde e máquina injetora) utilizados, o ciclo de fabricação,

fluxo de movimentação das peças pela fábrica, a embalagem, entre outros itens. Assim, o estudo de caso iniciou-se com coleta de informações sobre os indicadores existentes para futuras comparações. Os indicadores utilizados são: (i) Nível de Atendimento ao Pedido do Cliente (%) – para aferir a satisfação do cliente em relação ao fornecimento; (ii) Nível do Estoque de Produto Acabado (dias) – para a garantia da continuidade do fornecimento ao cliente; (iii) Tempo de Troca de Modelo (minutos) – para aferir a capacidade de melhorias na manufatura; (iv) Lead Time de Fabricação (minutos) – para aferir a capacidade de melhorias na manufatura; (v) Rejeição no Processo de Fabricação (%) – para aferir o nível da qualidade da manufatura; (vi) Rejeição no Cliente (PPM) – para aferir o Sistema de Qualidade da empresa.

Durante a coleta dos dados iniciais houve uma percepção clara sobre as necessidades de mudanças tanto no plano comportamental quanto na forma de gerenciamento do trabalho. Optou-se inicialmente pela introdução dos conceitos do “5S” para suprir a falta de uma melhor organização e disciplina no chão de fábrica. Na etapa seguinte, foi introduzido o *Kanban*, ferramenta do STP de gerenciamento do estoque e da produção, para facilitar o planejamento da produção e o controle dos três pontos principais de fabricação – O Que, Quanto e Quando produzir.

4. Estudo de caso

4.1 Cenário da organização antes do *Kaizen*

O local do estudo de caso foi numa empresa multinacional, fabricante de peças plásticas injetadas para a indústria de autopeças, sediada na cidade de Curitiba – Paraná. Opera com 10 injetoras de plástico, sendo duas máquinas com capacidade de 850 toneladas de fechamento, três máquinas com 450 toneladas e outras entre 75 a 160 toneladas.

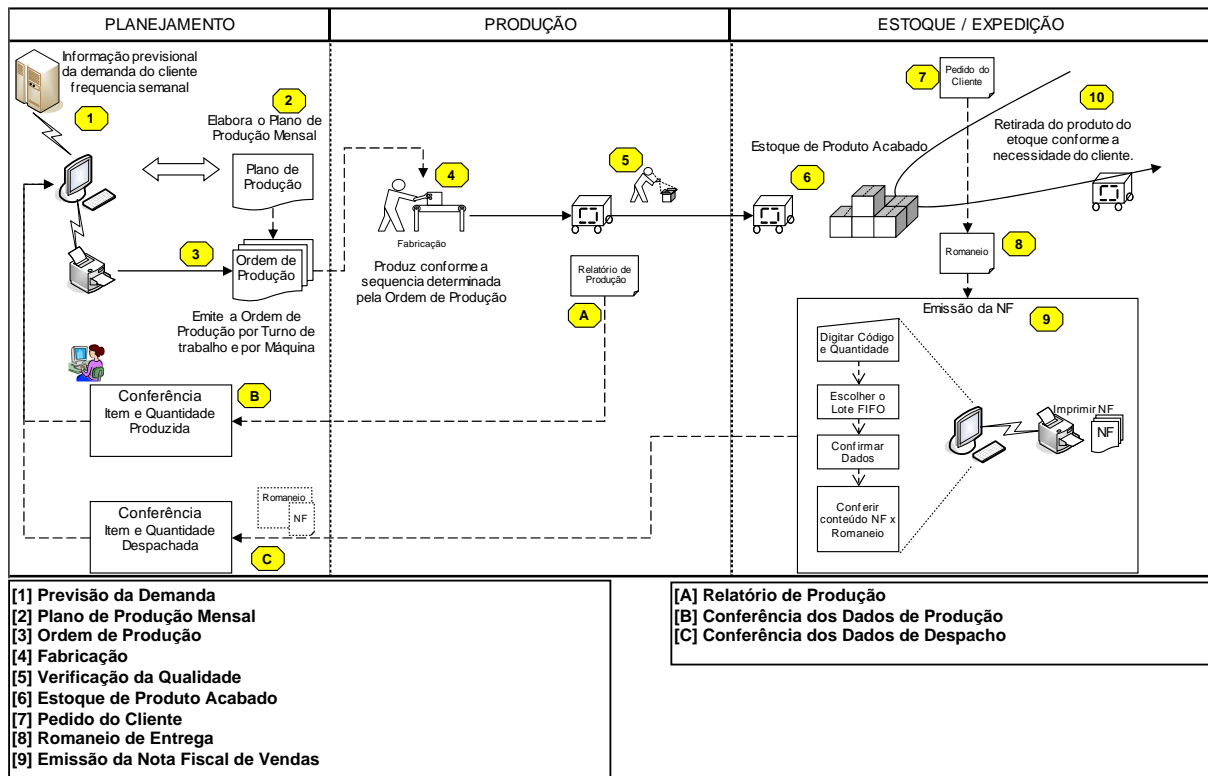
A situação constada nos processos e metas de trabalho antes de aplicar o *Kaizen* foram a seguir:

- a) Requisito atendimento ao cliente: a meta de rejeição no cliente era de 100ppm no máximo, e o resultado era de 312ppm;
- b) A meta do nível de atendimento ao pedido do cliente era de 100% de atendimento, com o resultado de 93,9%;
- c) Nos resultados da área operacional a rejeição no processo de fabricação tinha a meta de 2,5% no máximo, com o resultado de 3,9%;

- d) Tempo de troca de modelo com meta de 25 minutos, e o resultado de 45 minutos em média por troca;
- e) Outros indicadores considerados como reflexos desse baixo desempenho são: Lead Time de Fabricação de 957 minutos e o nível do estoque de produto acabado com 4,5 dias em média, monitorados sobre os grupos de produtos mais volumosos no sentido de ocupação do espaço e quantitativamente mais representativos.

Conforme demonstrado na Figura 1, após receber a informação de previsão da demanda do cliente [1], o PCP elabora a programação de produção [2] para as injetoras – (frequência mensal). Com base na programação de produção e informações sobre o nível dos estoques, o PCP emite a Ordem de Produção [3], diariamente, indicando o que deve ser fabricado por máquina e por turno de trabalho. O setor da Produção fabrica os lotes de peças conforme a Ordem de Produção [4] e as submete ao acompanhamento do setor da qualidade conforme definido no plano de inspeção [5]. A produção emite o relatório de produção [A] onde são registrados os dados de fabricação do lote e as submete ao setor de PCP [B] que transfere os dados para uma planilha eletrônica, confere e arquiva o registro. Os lotes produzidos são entregues para o Estoque de Produto Acabado [6] e são guardados nas respectivas posições de estocagem. Os materiais são retirados do estoque e entregues conforme as solicitações das linhas de produção do cliente [7]. Os materiais retirados do estoque são registrados no formulário romaneio (data, item, quantidade) [8] que serve como base dados para a emissão da nota fiscal de vendas [9]. O PCP recebe o romaneio e a via de arquivo da Nota Fiscal confere os dados e arquiva os registros e documentos [C]. A precisão dos dados registrados no romaneio ficava comprometido à medida que o estoque da empresa era considerado como uma extensão do estoque do cliente e a preocupação maior dos funcionários da empresa terceirizada consistiam em não deixar faltar materiais nas linhas de produção do cliente, deixando de anotar as retiradas dos itens, causando diferenças nos controles do estoque da empresa.

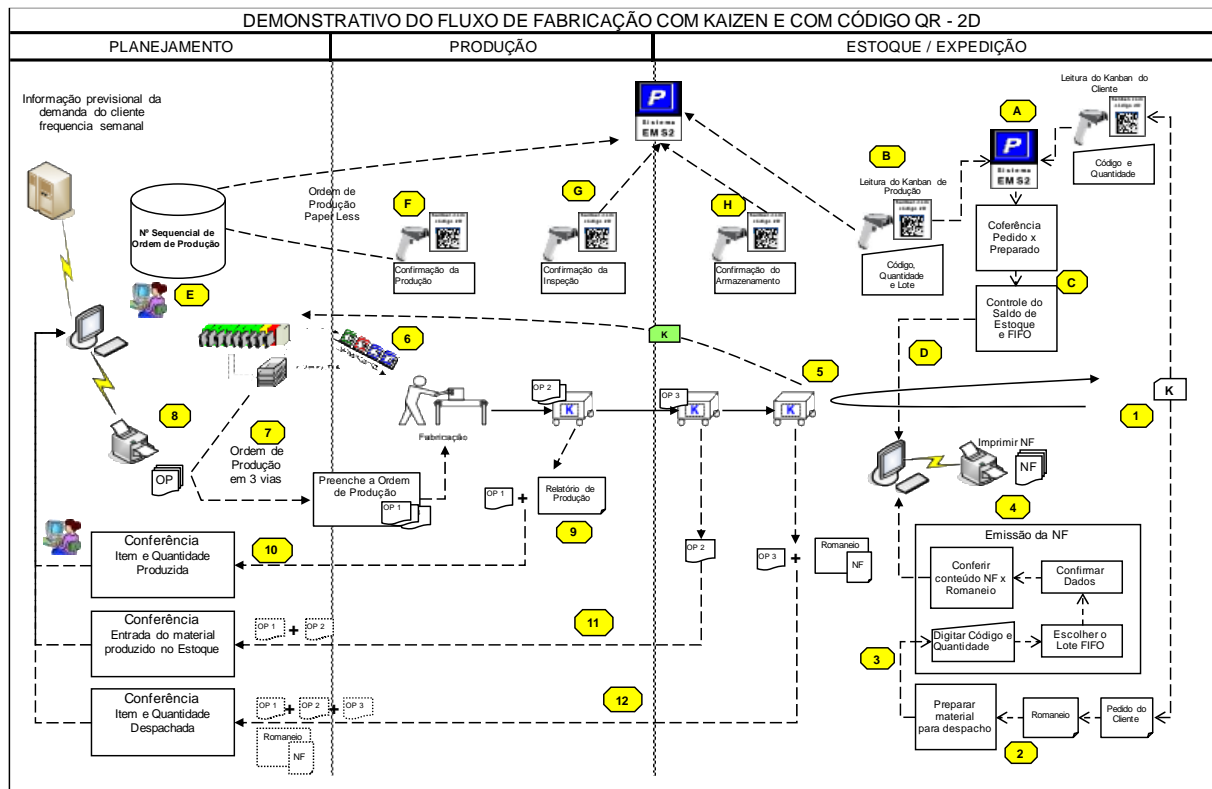
Figura 1- Fluxo de Fabricação antes do *Kaizen*



Fonte: Autores

4.2 *Kaizen* no fluxo do processo

O trabalho de transformação da empresa iniciou-se com a aplicação do conceito do “5S” no chão de fábrica, com o intuito de organizar o fluxo dos materiais, facilitar a identificação das situações conformes das não conformes e educar os funcionários no ponto de vista da disciplina. Foi incorporada a gestão visual nos locais de maior criticidade do ponto de vista do controle de processo, de forma simplificada.

Figura 2- Fluxo de Fabricação com *Kanban* e com código bidimensional *QR-Code*

Fonte: Autores

O processo de despacho, conforme ilustrado na Figura 2, inicia-se com o pedido do cliente, representado pela apresentação do “*Kanban* transporte” [1] utilizado pelas linhas de produção do cliente. O almoxarife do cliente segue uma rota de abastecimento horário para as linhas de produção (do cliente), entregando as peças solicitadas no ciclo de abastecimento anterior e recolhendo os pedidos de reposição de peças (embalagens vazias, *Kanban* de transporte ou de abastecimento). Ao receber o *Kanban*, o almoxarife da empresa anota o item e quantidade no romaneio de entrega [2]. Utilizando o *Kanban* do cliente como identificação, faz-se a coleta do material solicitado no estoque de produto acabado e transfere para a área de conferência. A forma de conferência consiste em retirar o *Kanban* de produção fixada na embalagem do produto acabado, substituindo-o pelo *Kanban* de transporte do cliente. Os múltiplos do *Kanban* de transporte do cliente são os mesmos múltiplos para o *Kanban* de produção (empresa). A cada hora, o almoxarife lança os dados do romaneio no sistema informatizado para a emissão da nota fiscal de vendas [3]. Para a emissão da Nota Fiscal, acessa-se o sistema informatizado e digita-se o código do item vendido e a quantidade. O sistema mostra os lotes do produto acabado disponíveis para o despacho, identificando o lote mais antigo e a quantidade em estoque de cada lote. O almoxarife deve observar se a quantidade

do lote apontado pelo sistema será suficiente para atender o despacho em curso, caso não o seja, após confirmar toda a quantidade do lote mais antigo ofertado pelo sistema, deverá repetir o processo no próximo lote mais antigo, até que a quantidade seja suficiente para completar o despacho em curso. Depois de confirmado o item e a quantidade, é dado o comando da emissão da nota fiscal de vendas [4]. O almoxarife leva o *Kanban* retirado do produto acabado para o porta-*Kanban* [5], localizado próximo às injetoras de plástico e, ao atingir a quantidade determinada de cartões, são colocadas em sequência para iniciar um novo ciclo de fabricação [6]. Ao fabricar um novo lote de peças, cada fração da produção dividida em embalagem é identificada pelo respectivo “*Kanban* de produção” e cada embalagem de peças fabricadas recebe a ordem de produção em três vias [7] para sinalizar o status da peça em processo. A Ordem de Produção é gerada com antecedência pelo PCP no sistema informatizado, impresso e fica à disposição do setor de Produção [8]. Ao completar o lote de produção do item, a produção emite o Relatório de Produção [9] contendo todas as informações relativas ao lote fabricado, anexa à primeira via de todas as Ordens de Produção utilizadas e após a digitação dos dados no sistema informatizado, envia-as para o PCP para conferência e arquivamento [10]. Essas transferências de dados dos itens fabricados ocorrem pelo menos uma vez por turno de trabalho. Após passar pelo processo de verificação da qualidade, o material fabricado é enviado para o estoque de produto acabado. Ao ser aceito no estoque, retiram-se as segundas vias da Ordem de Produção [11] e são enviadas para o PCP para que sejam feitas as conferências e acompanhamentos dos itens fabricados. Depois de concluído o processo de despacho, as terceiras vias da Ordem de Produção são retiradas [12] e anexadas ao romaneio e a via da Nota Fiscal. Os três registros são encaminhados para o PCP para a conferência do processo, e ao juntarem-se as Ordens de Produção às demais vias encerram-se o ciclo da ordem de produção desse lote fabricado. Cada etapa do processo de controle do produto, do nascimento até a sua expedição, é registrada através da digitação no sistema informático vigente.

4.3 Processo com a implantação do código de barra bidimensional

O código de barra bidimensional (2D) – QR-Code está impresso no *Kanban* tanto de produção quanto o de transporte do cliente e substitui a necessidade de digitação das informações no sistema. O código do item, a quantidade de peças a ser fabricado, o tipo de embalagem, a quantidade de peças por embalagem, a quantidade de *Kanban* por lote de produção estão parametrizados no sistema informações do TI. Os leitores de 2D estão vinculados aos processos conforme o fluxo de fabricação, com a segurança de que o sistema não aceita a leitura do mesmo *Kanban* no mesmo lote.

Ao receber o Pedido de fornecimento do cliente, representado pela apresentação do “Kanban Transporte” [1], o almoxarife faz a leitura do código QR-Code impresso no *Kanban* de transporte do cliente [A]. Munido dessa informação, o almoxarife coleta os materiais no estoque e faz a leitura do 2D no *Kanban* de Produção [B] de cada embalagem. O sistema confirma as informações do item solicitado com a do material coletado a ser despachado [C]. Se os dados estiverem corretos, o sistema libera a emissão da nota fiscal de vendas [D].

No processo de emissão da nota fiscal, a digitação do código da peça, a busca do lote e a confirmação da quantidade a ser despachada de cada lote passa a ser feito com a simples ação de apontar a leitora no QR-Code e ler as informações contidas no *Kanban*. Na posse dessa informação, o sistema irá reconhecer o produto, a quantidade múltipla de despacho, o lote correto, ficando para o funcionário a ação da conferência dos itens na tela do computador e o comando para a impressão da nota fiscal. O monitoramento do funcionamento do sistema pode ser feito on-line pelo funcionário autorizado, em qualquer computador ligado à da rede da empresa. As Ordens de Produção são previamente geradas e armazenadas dentro do banco de dados do sistema e ficam à disposição do setor da produção [E].

Ao completar a quantidade da primeira embalagem do lote, faz-se a leitura do QR-Code impresso no *Kanban* de Produção [F]. O sistema irá relacionar um número de ordem de produção que se repetirá nos demais *Kanbans* do mesmo item “lidos” pelo leitor até que se completem as quantidades de *Kanban* do lote de produção. Ao completar a verificação da qualidade das peças, o responsável pela inspeção fará a leitura do QR-Code do *Kanban*, sinalizando a liberação das peças dessa embalagem [G]. O *Kanban* da peça liberado pela leitora do setor da qualidade, passa em seguida pela leitora da entrada do estoque [H], confirmando o aceite do material no estoque.

5. Discussão dos resultados

Os resultados alcançados nos 3 primeiros anos são apresentados na Tabela 1, que mostram os desempenhos pós *Kaizen* e implantação do código de barra bidimensional QR-Code, que foram acima das metas estabelecidas.

Tabela 1 – Resultados alcançados pós *Kaizen*

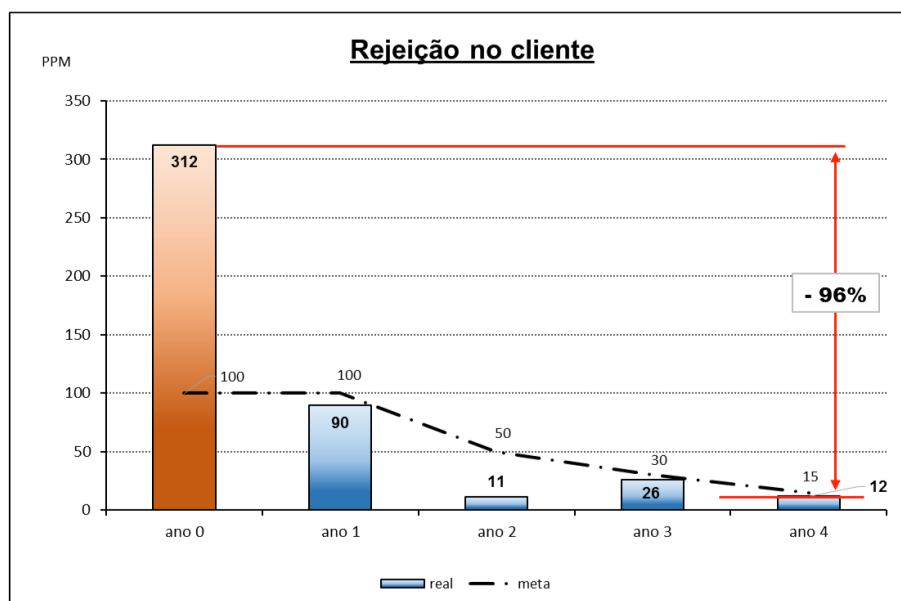
Indicadores existentes	Metas	Resultados encontrados	Resultados alcançados
Rejeição no Cliente (PPM)	100	312	12
Atendimento ao pedido (%)	100	93,9	100
Rejeição no Processo de Fabricação (%)	2,5	3,9	2,5
Tempo de Troca de Modelo (minutos)	25	45	17
Lead Time de Fabricação (minutos)	-	957	282
Estoque de Produto Acabado (dias)	-	4,5	2

Fonte: Autores

O detalhamento dos resultados alcançados foram:

- a) melhoria no desempenho de atendimento ao cliente, com a redução da rejeição no cliente da ordem de 96% (312ppm para 12ppm), conforme Figura 3.

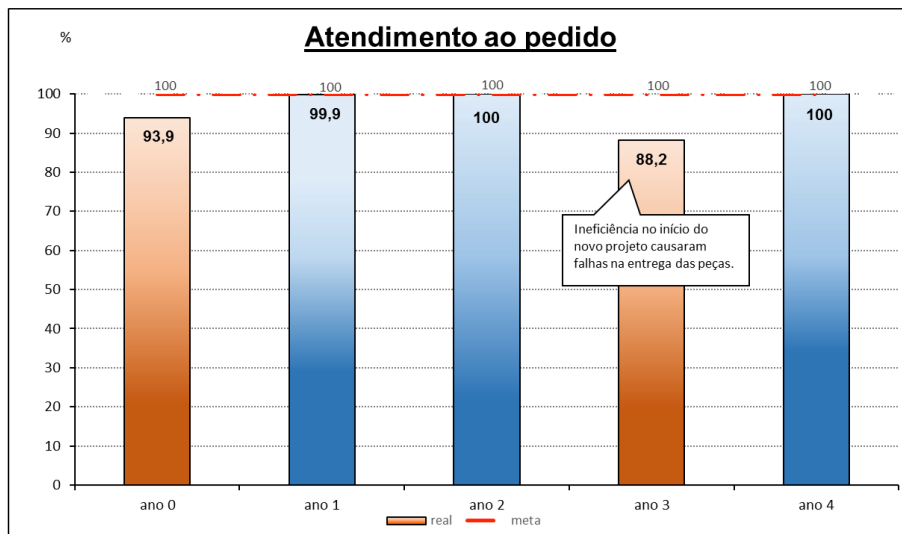
Figura 3 - Rejeição no cliente



Fonte: Autores

- b) atendimento ao pedido aumentou para 100% (anterior estava com 93,9%), conforme ilustrado na Figura 4.

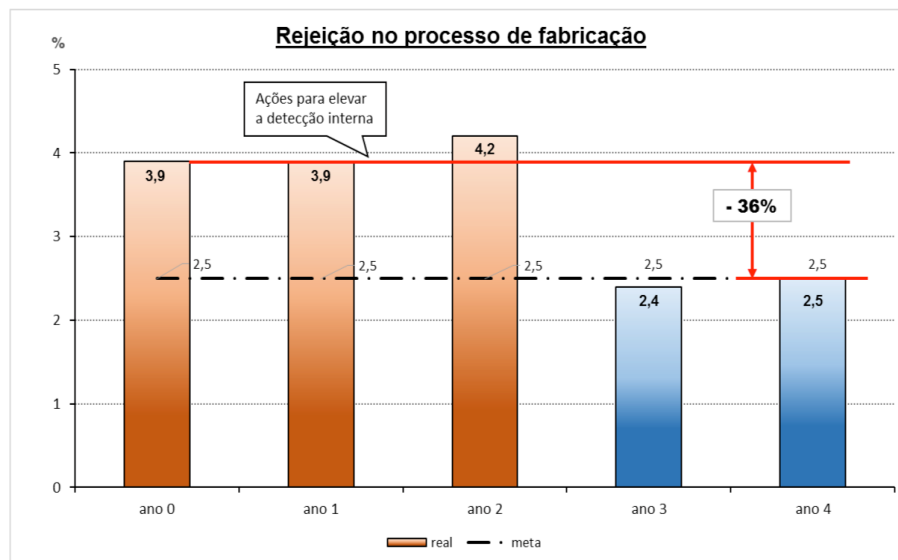
Figura 4 - Atendimento ao pedido



Fonte: Autores

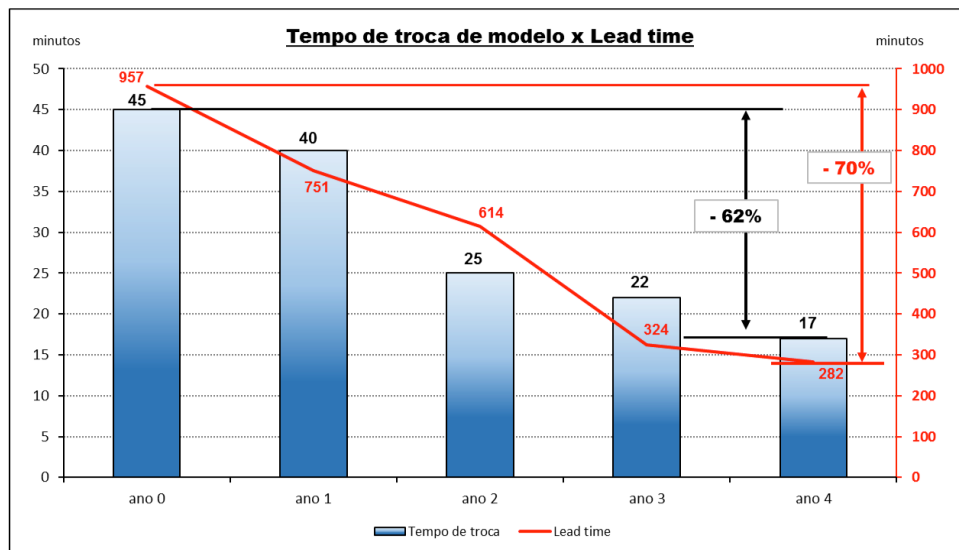
- c) melhoria no desempenho nos processos internos, como a rejeição no processo de fabricação com redução de 36% (3,9% para 2,5%), conforme a Figura 5.

Figura 5 - Rejeição no processo de fabricação



Fonte: Autores

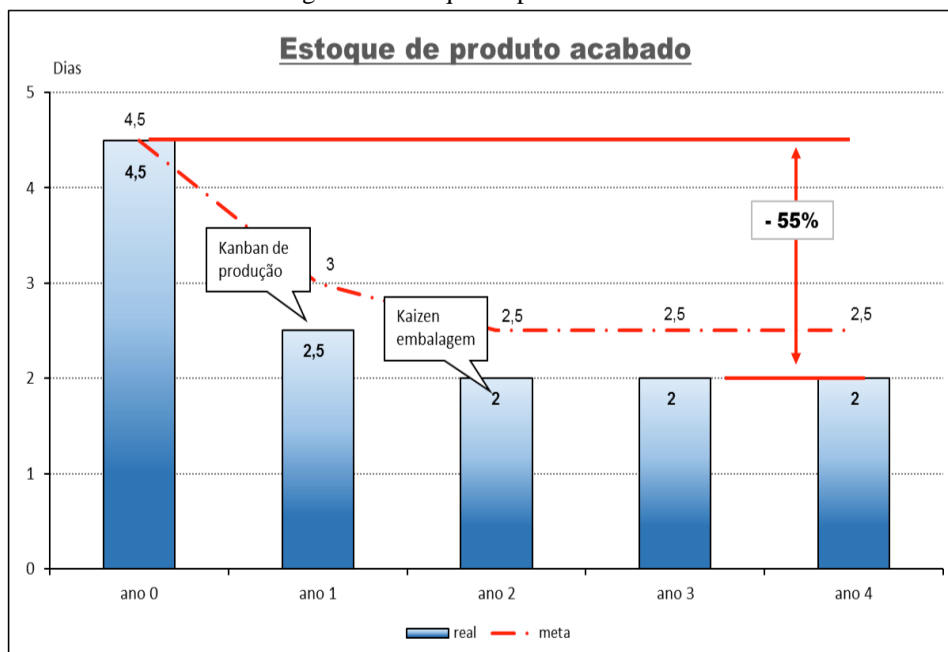
- d) tempo de troca de modelo com redução de 55% (45 minutos para menos de 20 minutos) e *Lead time* de fabricação com redução de 70% (957 minutos para 282 minutos), conforme Figura 6.

Figura 6 - Tempo de troca rápida e *Lead time*

Fonte: Autores

e) resultado do conjunto das ações, a redução do estoque de produto acabado da ordem de 55% (4,5 dias para 2 dias), conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Estoque de produto acabado



Fonte: Autores

Com aplicação do sistema do QR-Code, todos os processos ganham em confiabilidade, reduzem-se a necessidade e a possibilidade da falha por erro de digitação, evitando inclusive a falha por esquecimento da inserção dos dados, pois o próprio sistema controla a sequência de entrada dos dados do fluxo de fabricação. Há também ganhos em produtividade, não havendo

mais a necessidade da preparação dos formulários, anotação de dados no formulário, a necessidade de disponibilizar recursos para a inserção dos dados no sistema. Os dados contidos no sistema de controle aproximam-se do chamado informação em tempo real, melhorando o suporte às tomadas de decisões estratégicas na empresa, dando uma significativa contribuição à manutenção da competitividade e do crescimento da organização.

6. Conclusões

Ao iniciar o projeto, observou-se a necessidade de melhorar os processos como um todo, pois, concluiu-se que eram altos os níveis de incertezas captadas desde a fase de planejamento até a expedição. As anotações nos registros de controle da produção à expedição eram imprecisas, creditadas às situações de falta de treinamento sobre a coleta de dados, a falta de controle e a falta de disciplina dos funcionários e encarregados.

Para atingir o estado de controle almejado pela empresa, havia a necessidade de promover uma mudança comportamental na organização, fazendo com que cada um cumprisse o seu papel no sistema de trabalho. Iniciou-se essa conscientização através do uso dos conceitos do “5S”, dando ênfase na implantação do gerenciamento visual ou gestão a vista.

No início da atividade houve baixa adesão por parte da gestão e dos funcionários para adoção das práticas, com a alegação de produzir para atender o cliente. A maior resistência vinha dos níveis de liderança da manufatura. A gerência da fábrica por meio de conscientização, rondas na fábrica com foco no 5S, atividades em grupo para a resolução de problemas detectados, foi decisivo para o sucesso da implantação. Assim, gradativamente foram introduzidas as demais ferramentas do *Lean*, que foram determinantes para o controle das incertezas ao longo dos processos de manufatura da empresa. Deste modo, o sistema de avaliação demonstrou melhoria no desempenho pós *Kaizen* com uso de ferramentas gerenciais. Porém, foi o 5S que proporcionou a definição dos passos de cada fase da operação, assim como resultou na base física, mudança cultural e hábito da equipe no processo para condução das ferramentas gerenciais que, por conseguinte proporcionou um ambiente operacional, funcional, limpo e organizado de trabalho.

Os resultados alcançaram desempenhos significativos pós *Kaizen* e implantação do código de barra bidimensional. Os indicadores mostraram acima das metas estabelecidas como o caso da rejeição de peças no cliente reduzir de 312ppm para 12ppm e o tempo de troca de modelo passar de 25 minutos para 17 minutos. Os processos de manufatura ganharam em

confiabilidade e produtividade, reduzindo a preparação de formulários para inserção de dados no sistema.

Este processo levou no total de três anos para implantação do controle operacional e funcional na unidade fabril. Atualmente encontra-se em estudo e planejamento para implementar a prática do *Lean Six Sigma* na perspectiva de melhorar o desempenho do processo reduzindo o tempo de realizar as atividades macros e incluindo novas tecnologias digitais integrando com outras plantas fabris coligadas, que serão abordados nos trabalhos futuros.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio na pesquisa ao Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção (ISTLP SENAI/SC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PPGEPS/PUCPR) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Campos, V. F. (2014). *TQC: Controle da Qualidade Total*. 9.ed. Nova Lima: Editora Falconi.
- Denso Wave Incorporated (2009). *History of QR-Code*. Disponível em: <<http://www.qrcode.com/en/history/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- Fogliatto, F. S., & Ribeiro, J. L. D. (2011). *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ghinato, P. (1996). *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-Time*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul.
- Kaplan, R., & Norton, D. P. (2001). *Organização orientada para a estratégia*. Rio de Janeiro: Campus.
- Laurindo, F. J. B. (2002). *Tecnologia da Informação: eficácia nas organizações*. São Paulo: Editora Futura.
- Laurindo, F. J. B., & Mesquita, M. A. (2000). Material requirements planning: 25 anos de história; uma revisão do passado e prospecção do futuro. *Gestão & Produção*, 7 (3): 320-337, São Carlos, Edição especial sobre Planejamento e Controle da Produção.
- Lean Institute Brasil. *Lean and TI*. Disponível em <<https://www.lean.org.br/consultoria-lean-em-ti.aspx>>. Acesso em 14 jul 2018.
- Martins, C. F. (2015). *O modelo Lean de melhoria contínua: uma crônica de transformação enxuta em um ambiente administrativo*. Curitiba, PR: Editora CRV.
- Martins, C. F., Röse, A. S., Brognoli, A. C. S., Lopes, S. L., & Ribeiro, K. (2017). Aplicação do Hoshin Kanri: foco, alinhamento e sinergia nos desdobramentos das Diretrizes de uma Unidade Operacional do SESI Santa Catarina. In. *Journal of Lean Systems*, 2 (4): 62-79.
- Martins, G. (2006). *Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Medeiros Junior, A. (2002). *Análise de novas tecnologias de comunicação de dados utilizadas na gestão da cadeia de suprimentos*. Dissertação de mestrado do Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Monden, Y. (2015). *Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao Just-in-time*. Porto Alegre: Bookman.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookmann.

- Okumura, J., Vinotti, C. A., Santos, I. L., Okumura, M. L. M., & Canciglieri Junior, O. (2018). Manufatura Lean aplicada no processo fabril para implantação do código de barra bidimensional QR-Code no controle operacional. In. *Anais do VII Congresso de Sistemas Lean: em busca da excelência do fluxo de valores*, 1: 47-59.
- Okumura, M. L. M., Canciglieri Junior, O., & Oliveira, C. V. (2012). *A aplicação da tecnologia assistiva no processo de desenvolvimento integrado de produtos inclusivos: um estudo no acesso ao código QR pelo usuário com deficiência visual* (relatório técnico), PPGEPS/PUCPR.
- Ribeiro, H. (2016). *5S: A base do TPM - como construir uma base física e comportamental para o sucesso do TPM*. TPM Collection, v. 2. São Caetano do Sul: PDCA Editora.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookmann.
- Silva, J. M. (1996). *O Ambiente da Qualidade na prática: 5S*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni.
- Slack, N. (1993). *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais*. São Paulo: Atlas.
- Thomaz, M. F. (2015). *Balanced ScoreCard e Honshin Kanri: alinhamento organizacional e execução da estratégia*. Lisboa: LIDEL.
- Walter, O. M. F. C., & Tubino, D. F. (2013). Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação. In. *Gestão & Produção*, 20 (1), 23-45.
- Womack, J. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Trad. Ana Beatriz Rodrigues, Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Elsevier.