

ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DE ESTOQUE DE KANBAN DE UMA GRANDE EMPRESA

Diana Sabrina Budke (UFRGS) – dianabudke1@gmail.com
Jonatas Ost Scherer (UFRGS) - josoceania@yahoo.com.br

Resumo

A competitividade do mercado tem exigido uma maior preocupação na gestão de recursos, pois as empresas necessitam produzir com qualidade e quantidade suficiente para atender às demandas dos clientes. Este artigo apresenta um método de cálculo do número de cartões *Kanban* no setor de planejamento de materiais de uma grande empresa, tendo como foco principal a redução do custo do estoque *Kanban*. Primeiramente, foi efetuado uma revisão da literatura referente a *Kanban* tradicional e adaptado, e posteriormente compilados dados históricos de consumo da empresa, na sequência foi definida a equação do número de cartões, performance dos fornecedores e a execução e implementação do método no sistema SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*) de uma empresa de grande porte. Os principais resultados obtidos foram a redução do custo de estoque interno em 56,4% e redução de 40% na ocupação das posições do estoque do almoxarifado.

Palavras-chaves: *Adaptive Kanban, Traditional Kanban System.*

Abstract

The competitiveness within the market has been calling for a better understanding of the resources management inside the company, due to the need of the highest levels of quality and quantity that are been demanded from the clients through the market. This article presents a calculating method of Kanban cards` number in the materials planning sector of a leading industry company, when the main focus is to cut the costs of Kanban`stock. Firstly, a review of the literature referring to the traditional and adaptive Kanban was carried out, and subsequently compiled historical data on company`s usage, then the adequate equation for that matter of the number of cards has been defined, suppliers`performance and the proper execution and implementation of the method at the SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*) system of a large company. The main results obtained

throughout that process were; a significant cut of internal stock in 56.4% and a reduction of 40% in the occupation of the warehouse stock positions.

Keywords: *Adaptive Kanban, Traditional Kanban System.*

1. Introdução

O mercado competitivo tem impulsionado as empresas a adotarem novas estratégias de gestão de estoques (ARAÚJO et al., 2018). Através das ferramentas de planejamento, gestão de estoques e controle de produção, as empresas buscam reduzir custos, otimizar processos, maximizar sua lucratividade, e conseqüentemente, melhorar sua competitividade (NUDURUPATI et al., 2010).

O sistema *Just in Time* (JIT), elemento do Sistema Toyota de Produção, surgiu na década de 70 com o objetivo de melhorar a qualidade e a flexibilidade das linhas de produção (BERRY et al., 2006). De acordo com Pasquali (2010) e Nogueira (2012), na filosofia *Just in time* os estoques são considerados desperdícios de recursos e acobertam possíveis falhas no sistema, logo, devem ser minimizados, mantendo apenas os estoques de segurança para sustentar o fluxo de produção. Isto porque, os estoques geram custos e ocupação de espaço desnecessários. Segundo Hutchins (1993), *Just in time* é a filosofia de fabricação de produção do que é necessário, no momento certo, e na quantidade certa. O *Kanban* é uma das ferramentas da produção *Just in time* que pode limitar os custos de inventário, manutenção, entrega e custos de instalação, além de aumento da flexibilidade (RABBANI et al., 2009).

O Sistema Toyota de Produção (STP), também chamado de produção enxuta (*lean manufacturing*), prega a fabricação sem desperdícios. O STP lista sete tipos de perdas: superprodução, tempo de espera, transporte, inventário, processamento, movimentação e produção com defeito. Apesar do amplo conhecimento e recursos disponíveis, muitas empresas estão lutando para permanecer enxutas (BALRAM, 2003). Segundo Bhim et al. (2010), os objetivos da manufatura enxuta são reduzir o desperdício em esforço humano e estoque, alcançar o mercado no prazo adequado, gerenciar estoques responsivos à demanda do cliente, e produzir produtos de qualidade de maneira eficiente e econômica.

O STP preconiza a utilização de ferramentas como o *Kanban*, células de produção, dispositivos a prova de erros, e setup rápido (SLACK et al., 2002). O *Kanban* é uma das ferramentas da produção *Just in time* que pode auxiliar na redução dos custos de inventário, manutenção, entrega, e custos de instalação, além de maior flexibilidade operacional (RABBANI, 2009; BITENCOURT, 2010).

O objetivo deste artigo é apresentar um método de cálculo para o nível de estoque de *Kanban* para itens de abastecimento de matéria prima. Esse método determina o número de cartões que são necessários para o circuito de *Kanban* da empresa. Para tanto, a seção 2 apresenta referencial teórico sobre o tema, os procedimentos metodológicos são descritos na seção 3. Na seção 4 são apresentados e discutidos os resultados. E ao final, na seção 5 são apresentadas as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são apresentados os conceitos do *Kanban*, os tipos de aplicação do *Kanban*, bem como, métodos de cálculo para dimensionamento do *Kanban*.

2.1. *Kanban*

A produção *Just in time* é uma metodologia focada na redução dos tempos de fluxo dentro da produção, bem como, na resposta dos tempos de fornecedores e clientes (AMASAKA, 2002). O *Kanban* é um mecanismo que possibilita a transferência da informação necessária sobre a peça a produzir, a quantidade e os postos de trabalho entre os quais circulam (OHNO, 1988). O *Kanban* é o método mais conhecido de puxar a produção, consistindo um sistema visual de informações, criado e desenvolvido por Taiicho Ohno, com o objetivo de controlar a produção, limitar a quantidade de estoque em processo por meio da sinalização via cartões. (GEORGETTI, 2004)

O Sistema *Kanban* funciona juntamente com supermercados de peças/componentes padronizadas. Estes supermercados contêm preços pré-definidos e quantidade estritamente limitada de estoque, calculada para assegurar que o estoque disponível seja suficiente apenas para cobrir o período de reabastecimento do estoque de reposição (SUGIMORI, 1977). Neste caso, um cartão *Kanban* é um sinal que fornece a autorização para encomendar ou produzir peças para reabastecer aquelas que foram consumidas no supermercado de uma forma “leve

um, faça um” (PINTO, 2014). De acordo com Ohno (1988), existem cinco funções para o *Kanban* (Quadro 1):

Função	Regras
Informar sobre abastecer/transportar.	O processo subsequente recebe o número de itens indicados pelo cartão <i>Kanban</i> para o processo antecedente.
Fornecer informação sobre produção	Produção de itens na quantidade do cartão.
Bloquear a superprodução e transporte desnecessário.	Nenhum item é produzido ou transportado sem um cartão <i>Kanban</i> .
Impedir erros de processos.	Produtos identificados durante o processo, assim os produtos defeituosos não são enviados para etapa seguinte.
Manter o controle de estoque	Manter somente os cartões <i>Kanban</i> necessários ao processo.

Quadro 1- Funções do *Kanban*. Fonte: Ohno (1988).

O *Kanban* é utilizado para visualização do trabalho, além de ser um mecanismo de desenvolvimento de projeto ágil (KNIBERG E SKARIN, 2010). Segundo Kniberg e Skarin (2010), as placas e reuniões *stand-up* diárias são os principais mecanismos de sucesso para o *Kanban*, sendo utilizadas em três categorias: i) materialização do fluxo de informação; ii) visualização do fluxo de trabalho; iii) restrição de trabalho em processo (WIP);

Moura (2007) enuncia que existem quatro maneiras de utilização do *Kanban* (Quadro2):

Maneiras de utilização	Regras
Método de sinais	O fornecedor recebe um cartão ou a embalagem vazia, significando que é necessária a reposição.
Método dinâmico	Diariamente é enviado ao fornecedor um relatório das necessidades de materiais.
Método de sequência em tempo real	O fornecedor recebe a informação do horário da montagem e fica responsável por abastecer no horário da montagem da linha.
Método da sequência em lotes	A produção é agrupada em lotes e o fornecedor é responsável por entregar os próximos lotes de produção.

Quadro 2- Utilizações do *Kanban*. Fonte: Moura (2007).

Conforme Pace (2003), quando utilizado o *Kanban* e ocorrer alguma paralisação na cadeia de produção, todo o processo é suspenso. Consequentemente, todos os setores deixarão de produzir, uma vez que a fonte abastecedora está parada. Assim, somente será produzido o que é necessário (Pace, 2003).

2.2. Dimensionamento do *Kanban* Tradicional

Peinado e Graeml (2007) consideram que a implementação de um sistema *Kanban* deve ser iniciada pelo cálculo do número de cartões. Para tanto, é necessário determinar o tipo de embalagem e a quantidade de peças. Para a determinação do número de cartões e quantidade deve ser avaliada a velocidade de consumo, peso, tamanho e forma do item. Para Ani (2018), o tamanho de lote *Kanban* pode ser calculado conforme a Equação (1).

$$TK = TP / TC \quad (1)$$

Onde:

TK= Tamanho do lote *Kanban*

TP= Tempo de ciclo de preparação da peça

TC= Tempo de ciclo de produção

Segundo Tubino (2000), o número de cartões necessários é definido por dois fatores, o tamanho do lote para cada cartão e o número total de containers por material. De acordo com Monden (1994), a determinação do número de cartões *Kanban* para cada item é feita a partir Equação 2.

$$N = (D/Q) * LT_{prod}(1+S) \quad (2)$$

Onde:

N= Número de *Kanban*;

D= Demanda média diária;

Q= Tamanho do lote por contenedor ou cartão;

LT_{prod} = Lead time máximo de produção para cada item completar um ciclo produtivo.

S= Fator de segurança, em percentual do dia (%).

Peinado e Graeml (2007) definem que as quantidades e embalagens do *Kanban* precisam estar definidas e padronizadas para o dimensionamento do número de cartões *Kanban*. Os autores demonstram duas situações que devem ser consideradas:

A primeira situação ocorre quando a máquina produz exclusivamente um item, sendo o tempo de setup inexistente ou desconsiderado no cálculo (Equação 3).

$$N = (D \cdot T / Q) + I + S / Q \quad (3)$$

Onde:

N = Número de cartões *Kanban*;

Q = Quantidade de peças por container;

D = Demanda;

T = Lead time;

S = Estoque de segurança.

Outra situação possível ocorre quando a máquina produz mais de um item, o que resulta na realização de *setup* de máquina (Equação 4).

$$n = (L / Q) + (S / Q) + (D \cdot T / Q) + I \quad (4)$$

Onde:

Q = Quantidade de peças por container;

n = Número de containers;

L = Lote mínimo de produção;

D = Demanda;

T = Lead time;

S = Estoque de segurança.

Corrêa e Giansi (1996) afirmam que geralmente o número de cartões *Kanban* de transporte e o de cartões de produção são iguais. Estes servem para distribuir o estoque entre os postos de armazenagem dos centros (de fabricação e consumo) (CORRÊA E GIANESI,

1996). O *Kanban* de transporte autoriza a movimentação do material pela fábrica, do centro de fabricação para o centro de consumo.

A Equação 5 é utilizada para *Kanban* de transporte.

$$N_R = (D(T_e + T_p)(1 + \alpha)) / C \quad (5)$$

Onde:

N_R = Número de cartões *Kanban* por requisição;

D = Demanda do período;

T_e = Tempo de espera do lote no centro produtor;

T_p = Tempo de processamento do lote no centro produtor;

α = Coeficiente de segurança;

C = Capacidade do contêiner.

Moura (2007) afirma que o *Kanban* é um sistema de controle de fluxo dos materiais utilizados nos processos produtivos, o autor determina que a quantidade de material em estoque deve ser calculada pela Equação 6.

$$N = (D * LT(1 + \alpha)) / A \quad (6)$$

Onde:

N = Número de cartões;

D = Demanda diária;

LT = Lead time do processo;

α = Fator de segurança;

A = Quantidade por embalagem.

Para o *Kanban* externo, que é quando o estoque é armazenado no fornecedor, o autor afirma que a equação sofre uma pequena alteração, o tempo de processamento é substituído

pelo *lead time* de transporte, enquanto o tempo de espera é substituído por quantas coletas são realizadas pela logística. O cálculo está representado da Equação 7.

$$Ne = (D * (F + LT) * (1 + \alpha)) / A \quad (7)$$

Onde:

Ne= Número de cartões;

D= Demanda diária;

F= Frequência de entrega;

LT= Lead time de transporte;

α = Fator de segurança;

A= Quantidade por embalagem.

Outra variável do *Kanban* é o fator de segurança, o autor Monden (1998) afirma que o fator no valor de 10% é o suficiente para manter o sistema produtivo nas demandas variáveis.

2.3. Dimensionamento do *Kanban* Adaptado

A flexibilidade estratégica é vista como uma característica fundamental nas empresas de sucesso (SCHERRER-RATHJE et al., 2014). A flexibilidade de volume é uma dimensão importante da flexibilidade de fabricação, já que os pedidos variam de acordo com as flutuações reais da demanda (HUSSEINI et al., 2006).

De acordo com Yadavalli et al. (2008) poucos autores apresentam sistemas em que o número de cartões *Kanban* em uso são ajustados de acordo com a necessidade do estoque. O Sistema *Kanban* adaptado é uma variação do *Kanban* tradicional que frequentemente é utilizado em um ambiente de produção para regular o número de cartões liberados entre as etapas de produção (SIVAKUMAR E SHAHABUDEEN, 2008). Ele considera o nível de estoque e de pedidos pendentes (SIVAKUMAR E SHAHABUDEEN, 2008). Conforme Xanthopoulos et al. (2018), o *Kanban* adaptado tem abordagens e propostas que se diferem em vários aspectos e não são diretamente comparáveis.

Lage Junior e Godinho Filho (2008) definem três classificações para os sistemas adaptados (Quadro 3):

Classificação	
Níveis máximos de estoque variáveis	Os estoques (tamanho do lote) durante o período produtivo, podem variar de tamanho, ou seja, os valores máximos de estoque permitidos variam.
Alterações no uso dos sinalizadores	Sinalizadores utilizam normas para a retirada; não utilizam sinalizadores como cartões.
Coleta e/ou utilização	Informações sem painel e controle visual

Quadro 3: definições de sistemas adaptados. Fonte: Moura Lage Junior e Godinho Filho (2008)

Husseini et al. (2006) afirmam que o número cartões *Kanban* para cada estágio pode variar entre os períodos de produção em qualquer horizonte de planejamento. O autor desenvolveu um método de programação linear que determina o número *Kanban* para cada estágio. Conforme Souza (2018), a programação linear propõe a melhor solução para problemas reais cujo os modelos são representados por expressões lineares.

Segundo Xanthopoulos et al. (2018), o *Kanban* adaptado não é recomendado para demandas sazonais, e pedidos de baixo custo, sendo eficaz apenas quando utilizado com ajustes dinâmicos do número de cartões. Contudo, Mouaky et al. (2018) afirma que o *Kanban* adaptado mantém as mesmas propriedades do *Kanban* tradicional, mas a adaptabilidade permite responder a pedidos urgentes e enfrentar flutuações de demanda adicionando *Kanban* extra ao sistema.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1. Caracterização do Método de Pesquisa

Em relação à natureza este trabalho classifica-se como pesquisa aplicada, objetivando gerar aplicação prática para solução de problemas específicos. (SILVA; MENEZES, 2005). A abordagem da pesquisa é quantitativa, já que as informações podem ser quantificáveis, considerando a utilização de recursos e técnicas estatísticas como a mediana e a média (SILVA; MENEZES, 2005). A abordagem da pesquisa é explicativa, pois identifica os fatores que determinam ou contribuem para ocorrência dos fenômenos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A pesquisa explicativa aprofunda o conhecimento da realidade, no qual explica a razão das coisas. (SILVA, 2017). Os procedimentos utilizados são a pesquisa bibliográfica e pesquisa ação.

3.2. Caracterização do Método de Trabalho

O método do trabalho engloba seis etapas, conforme ilustra a Figura 1:

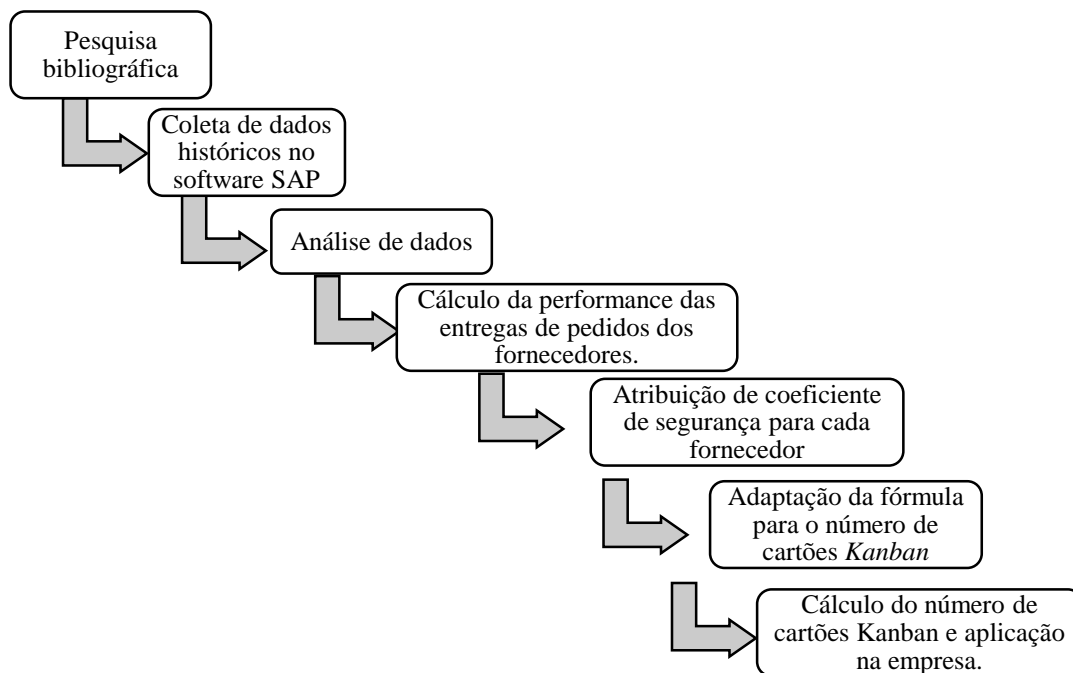


Figura 1: Fluxograma das etapas do método de trabalho

Inicialmente foi realizada pesquisa na literatura sobre conceitos importantes para o desenvolvimento do estudo. A pesquisa englobou a conceituação de *Kanban*, cálculo do número de *Kanban* e sistemas *Kanban* adaptados. A pesquisa foi realizada nas bases de dados: LUME, *Scimedirect*, *Scopus*. Foram utilizadas as palavras-chaves: *Adaptive Kanban*, *Traditional Kanban System*. A pesquisa foi restrita a artigos publicados entre os anos de 1988 e 2019.

Os artigos relevantes ao assunto foram lidos pela autora com maior profundidade, e seus conceitos utilizados no desenvolvimento do método proposto. O Quadro 4 ilustra os procedimentos de pesquisa nas bases de dados.

Bases de dados pesquisadas	LUME, Sciencedirect, Scopus
Expressões pesquisadas	Adaptive Kanban, Traditional Kanban System
Documentos considerados	Artigos científicos, livros
Período considerado	Artigos publicados entre 1988 e 2018
Data da pesquisa	De 15/09/18 à 20/11/18

Quadro 4: Dados de pesquisa.

Na terceira etapa, a análise dos dados históricos foi realizada com a utilização do software Excel. Com o software foi calculada a média diária de consumo dos últimos 12 meses, porque os históricos de consumo da empresa eram mensais. Baseado nos dados e cálculos, utilizamos o mês de maior pico de consumo mensal para calcular a média diária de cada item do estoque *Kanban*.

Na quarta etapa para o cálculo do desempenho das entregas de pedidos dos fornecedores, para verificar a precisão das entregas dos fornecedores, para o cálculo foi utilizada a Equação 8.

$$(n^{\circ} \text{ de pedidos atendidos} / n^{\circ} \text{ de pedidos totais}) * 100 \quad (8)$$

Na quinta etapa é atribuído o coeficiente de segurança de acordo com o desempenho de entregas de cada fornecedor. Devido os fornecedores da empresa analisada não atingirem o grau de confiabilidade esperado (100%), tornou-se necessário atribuir um coeficiente de segurança, de acordo com a necessidade de cada fornecedor. Desta maneira, se reduz o risco de falta de matéria-prima e o suprimento da variação de consumo. A Quadro 5, apresenta o grau de desempenho de entrega de cada fornecedor associado ao seu coeficiente de segurança atribuído pela autora.

Desempenho de entregas do fornecedor	Coeficiente de segurança
100% ≤ 95	10%
94% ≤ 85%	50%
84% ≤ 0%	100%

Quadro 5: Informação do desempenho de entregas do fornecedores e o coeficiente de segurança atribuído.

Na sexta etapa ocorre a adaptação da Equação 7 de Moura (2007) para a Equação 9, a Equação 7 pode ser aplicada na empresa em estudo, pois todas as variáveis necessárias são facilmente preenchidas com os históricos de consumo, fornecedores e transportadoras. A Equação 9 é proposta devido à falta de confiabilidade associada aos fornecedores relatados, sendo então utilizada para definir o número de cartões *Kanban* necessários para o estoque.

Na Equação 9, o “D” representa a demanda do mês de maior consumo no período analisado, pois se existir variação no consumo não haverá falta de matéria prima. A sigla “Tf” representa o número de dias que o fornecedor precisa para entregar a matéria prima na empresa. O “Tt” é tempo que fornecedor demora para chegar na empresa, variando entre um e quatro dias. A variável “ α ” define o fator de segurança que foi adaptado para cada fornecedor, conforme a Quadro 5. A letra “A” representa a quantidade por embalagem padrão de cada item do estoque *Kanban*.utilizada para definir o número de cartões *Kanban* necessários para o estoque. Essa equação foi escolhida pela empresa apresentar todas premissas necessárias para os cálculos.

$$N_k = (D * (T_f + T_t) * (1 + \alpha)) / A \quad (9)$$

Onde:

N_k = Número de cartões *Kanban*;

D= Demanda diária do mês de maior pico de consumo do ano;

Tf= Tempo de produção do fornecedor;

Tt= Lead time de transporte;

α = Fator de segurança adaptado para acuracidade de cada fornecedor;

A= Quantidade por embalagem;

A última etapa é o cálculo do número de cartões *Kanban*, que serão calculados utilizando a Equação 9 no software Excel. Após calculado o número de cartões *Kanban*, foi realizado a alteração no SAP (sistema ERP) da empresa analisada em três etapas: *i*) reuniões com os coordenadores, analistas da área de Planejamento de Materiais e Programação e Controle da Produção para validar o projeto do Número de Cartões *Kanban*; *ii*) treinamento

e designação de um Assistente de Planejamento; *iii*) as modificações foram realizadas em grupos de fornecedores.

3.3. Descrição do Cenário

A empresa onde foi realizado o levantamento de dados do trabalho está localizada em Canoas/RS, sendo uma fusão de duas empresas líderes na produção de eletrodomésticos e equipamentos para climatização. Em 2011, as duas empresas formaram uma *joint venture* para produzir e distribuir produtos no Brasil, Argentina e Chile, tornando-se a maior fabricante de equipamentos de climatização da América Latina. Com duas fábricas no Brasil e uma na Argentina, atualmente conta com mais de três mil e quinhentos colaboradores na América Latina. No Brasil, a empresa possui fábricas em Canoas/RS e Manaus/AM. A planta de Canoas/RS, onde foi realizado o estudo, contava com aproximadamente 600 colaboradores no ano de 2018. Esta unidade produz uma linha completa de split hi-wall, cassete, piso-teto, package, multisplit, chiller, built-in e fancoil. Estes equipamentos são distribuídos no Brasil por meio de quatro centros de distribuição (Manaus/AM, Resende/RJ, Joinville/SC e Canoas/RS) e cinco escritórios de vendas (Manaus/AM, Canoas/RS, São Paulo/SP, Recife/PE e Rio de Janeiro/RJ).

O estudo deste trabalho envolveu as áreas de Logística, Planejamento de Materiais e Planejamento e Controle de Produção com o objetivo de aplicar o método de cálculo do número de cartões *Kanban* necessários no estoque da empresa.

4. Resultados

4.1. Coleta dos Dados de Consumo das Matérias Primas

Durante o período compreendido entre março de 2018 a fevereiro de 2019, foram coletados os dados de consumo provenientes do SAP da empresa. Buscando uma maior precisão no estudo, considerou-se um período de 12 meses como adequado para que os itens apresentassem flutuação de demanda.

A flutuação da demanda ocorre porque os meses utilizados têm variação de dias úteis (dias trabalhados), podendo oscilar entre 13 e 24 dias úteis para cada mês no período analisado, conforme ilustrado na Figura 2. Para obter os dias trabalhados de cada mês foi necessário consultar o setor de programação e controle da produção.

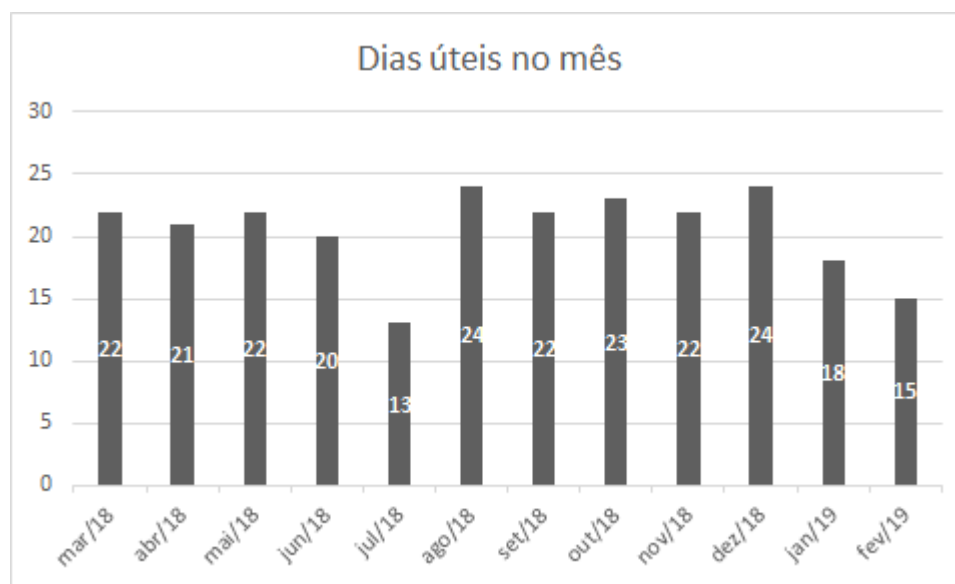


Figura 2: Dias trabalhados durante o mês na empresa analisada.

4.2. Análise dos Dados de Consumo

Para análise inicial dos dados históricos, verificamos a presença de sazonalidade nos meses analisados, esta foi percebida durante os meses de junho de 2018, janeiro e fevereiro de 2019. Os especialistas das áreas de programação da produção e compras explicaram que essa sazonalidade ocorre devido às férias de fornecedores e clientes, bem como o inventário geral na empresa. Com a utilização do software Excel foi estimada a demanda diária de 635 itens do estoque *Kanban* avaliado.

Para a obtenção do consumo médio diário referente aos 635 itens do estoque *Kanban*, os dados de consumo mensal tiveram que ser transformados em diário, devido ao sistema SAP da empresa armazenar os históricos de consumo em meses, e não em dias. Então com a utilização do *Software Excel*, o consumo mensal foi dividido pela quantidade de dias trabalhados em cada mês conforme demonstrado na Tabela 2. Assim, obtendo o consumo diário de cada item *Kanban*.

4.3. Calculo e Avaliação do Desempenho dos fornecedores

Segundo Zorzenon (2019), a confiabilidade de fornecedores engloba o cumprimento do prazo de entrega combinado, quantidade exata de acordo com o pedido de compra, e a embalagem conforme acordado.

A empresa analisada utiliza os requisitos mencionados por Zorzenon (2019) para avaliar fornecedores.

Para avaliar o desempenho dos fornecedores foram extraídos do sistema SAP relatórios dos históricos de entregas no período de março de 2018 até fevereiro de 2019. Neste relatório foram analisadas as datas de entregas atendidas, atrasadas e os pedidos não entregues. Utilizando a fórmula da Equação 8 foi definido um indicador de desempenho dos fornecedores.

A empresa possui 44 fornecedores para abastecer o estoque *Kanban*, os nomes dos fornecedores foram substituídos por códigos na Tabela 2. Pode-se observar a de entregas dos fornecedores em porcentagem que com a equação 8.

Fornecedores	% de entregas atendidas no prazo	Fornecedores	% de entregas atendidas no prazo
A01	100	A23	76,42
A02	100	A24	100
A03	93,02	A25	88,24
A04	96,67	A26	100
A05	100	A27	100
A06	86	A28	66,67
A07	93,75	A29	87,5
A08	100	A30	50
A09	79,31	A31	100
A10	100	A32	100
A11	100	A33	98,84
A12	100	A34	100
A13	100	A35	100
A14	87,5	A36	100
A15	96,97	A37	100
A16	100	A38	100
A17	100	A39	83
A18	95,91	A40	85,71
A19	100	A41	100
A20	100	A42	83,33
A21	95,24	A43	100
A22	100	A44	0

Tabela 2: Desempenho dos fornecedores.

Observando a Tabela 2, percebe-se que alguns fornecedores têm o desempenho ruim de entregas na empresa. Para a empresa que mantém somente o estoque necessário, os fornecedores precisam ter uma performance de 100% e entregar os materiais nas datas agendadas.

4.4. Aplicação do Cálculo do Número de Cartões *Kanban*

Devido a empresa não possuir a aplicação do cálculo de número de cartões *Kanban* referente ao planejamento de estoque, este estudo foi aplicado com o intuito de eliminar estoques sobressalentes, além de evitar a falta de matéria prima nas linhas de montagens de produto. Desta forma, será possível diminuir o custo do estoque e garantir maior rotatividade dos materiais associados ao *Kanban*. A definição dos cartões *Kanban* era determinada empiricamente, baseada na experiência do Assistente de Planejamento encarregado. Assim, o circuito no SAP era criado, e registrado o número de cartões para cada item *Kanban*, sendo revisado apenas se ocorresse a falta de itens do estoque *Kanban*.

Após o levantamento e análise de dados, foi verificada a performance dos fornecedores e atribuído o coeficiente de segurança nas seções 4.1.3 e a adaptação da equação de Moura (2007) para a Equação 9 definida anteriormente na seção 3.2, podemos calcular o número de cartões *Kanban* necessários para o estoque.

Os 635 itens analisados contabilizavam 1875 cartões estoque *Kanban* e custo de estoque de R\$ 897.244,00 (fev/19). A empresa não sabia se era suficiente, mas visivelmente era possível concluir que era excessivo, pois as prateleiras do almoxarifado estavam sempre cheias.

A Tabela 2 foi adaptada para a Tabela 3 com o coeficiente de segurança de cada fornecedor atribuído de acordo com a performance de entregas.

Fornecedores	% de entregas atendidas no prazo	% Coeficiente de segurança	Fornecedores	% de entregas atendidas no prazo	% Coeficiente de segurança
A01	100	10	A23	76,42	50

A02	100	10	A24	100	10
A03	93,02	10	A25	88,24	10
A04	96,67	10	A26	100	10
A05	100	10	A27	100	10
A06	86	10	A28	66,67	100
A07	93,75	10	A29	87,5	10
A08	100	10	A30	50	100
A09	79,31	50	A31	100	10
A10	100	10	A32	100	10
A11	100	10	A33	98,84	10
A12	100	10	A34	100	10
A13	100	10	A35	100	10
A14	87,5	10	A36	100	10
A15	96,97	10	A37	100	10
A16	100	10	A38	100	10
A17	100	10	A39	83	50
A18	95,91	10	A40	85,71	10
A19	100	10	A41	100	10
A20	100	10	A42	83,33	50
A21	95,24	10	A43	100	10
A22	100	10	A44	0	100

Tabela 3: Coeficiente atribuído a cada fornecedor.

Para o cálculo do número de cartões *Kanban*, empregou-se a maior demanda diária do mês de maior consumo, avaliando os períodos de março de 2018 a fevereiro de 2019. O coeficiente de segurança individual de cada fornecedor utilizado está demonstrado na Tabela 3.

As modificações dos circuitos *Kanban* foram realizadas em três etapas: *i)* Reuniões para validar o projeto do Número de Cartões *Kanban* com as áreas: Planejamento de Materiais e Logística para validar o projeto de Número de Cartões *Kanban*; *ii)* Treinamento e designação de um Assistente de Planejamento responsável pelas modificações no Sistema SAP; *iii)* As modificações foram realizadas no Sistema SAP individualmente para cada item, mas em grupos de fornecedores.

Os dados referentes ao mês de fevereiro de 2019 demonstravam que a empresa possuía 1874 cartões no sistema SAP. Após análise do número de cartões *Kanban*, os resultados demonstravam que era necessário manter no estoque 962 cartões. Através da aplicação desta análise, houve uma redução de 912 cartões gerando um ganho de 40% em mais posições livres no almoxarifado. Com esta melhoria, os colaboradores relataram mais facilidade no manuseio e na localização dos materiais.

O valor unitário das matérias primas do estoque *Kanban* foi estimado pelo preço médio retirado do sistema SAP no período de fevereiro de 2019. O valor do estoque *Kanban* representava R\$ 897.244,00 antes das modificações realizadas, após a execução deste método de cálculo de número de cartões *Kanban*, o valor do estoque *Kanban* diminuiu para R\$ 507.091,84 de acordo com o relatório referente ao mês de março de 2019. Desta maneira, houve uma redução de R\$ 390.152,95 no valor de estoque da empresa, ou seja, uma redução de 56,4 %.

O Quadro 6 apresenta os ganhos advindo do planejamento do estoque através do cálculo do número de cartões *Kanban* proposto.

Redução de R\$ 390.152,95 no valor do estoque <i>Kanban</i> .
Redução de 40% das posições do estoque.
Localização fácil dos materiais, por existir menos estoque.
Redução do manuseio das caixas, quando estavam separando material para abastecer as linhas de produção.

Quadro 6: vantagens da aplicação do cálculo do número de cartões *Kanban*.

5. Conclusão

As empresas vêm encontrando grandes desafios para aumentar a produtividade, reduzir estoques e maximizar os lucros. O objetivo deste artigo foi propor o planejamento de estoque *Kanban*, através do cálculo de número de cartões no setor de planejamento de materiais, buscando reduzir o custo do estoque da empresa. Assim, foram realizadas reuniões com as áreas: planejamento, logística e programação e controle da produção. Estes setores foram importantes para estabelecer as informações necessárias para o desenvolvimento deste planejamento de estoque.

O método de trabalho englobou seis etapas; na primeira etapa foi realizada as principais definições teóricas do trabalho, nas etapas subsequentes a obtenção dos dados

históricos de consumo e definição da performance dos fornecedores para definir o coeficiente de segurança de acordo com cada fornecedor. Posteriormente a definição da equação para o cálculo do número de cartões que mais se adaptava aos dados históricos, na última etapa aconteceu a implementação do cálculo do número de cartões, mediante a modificação do circuito *Kanban* no sistema SAP. Através da aplicação do método de cálculo, houve uma redução de R\$ 390.152,95 no custo do estoque interno, além da redução de 40% na ocupação do layout no almoxarifado do *Kanban*.

Como sugestão para trabalhos futuros, podem ser utilizados métodos matemáticos e de aprendizado de máquina, como por exemplo, redes neurais, para o dimensionamento do nível de estoque *Kanban*. Uma limitação deste trabalho é sua aplicação em uma empresa, desta forma, a aplicação da proposição em um número maior de empresas surge como possibilidade de trabalhos futuros.

Referências:

AMASAKA K. *New JIT, a new management technology principle at Toyota. International Journal of Production Economics*: 80: 2002: 135-144

ANI C., M. N.; AZID A.. "*Analysis of the effective production Kanban size with triggering system for achieving just-in-time (JIT) production.*" 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR). IEEE, 2018. p. 316-320.

ARAÚJO, G. C.; da SILVA, J. P. Z.; SOUZA, L. R.; LOUREIRO, M. B.; de CASSIA FERONI, R. (2018). Previsão de demanda e análise simplificada da gestão de estoque aplicadas a uma empresa do setor alimentício. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, 4(2), 48-64.

AZOUZ, N.; PIERREVAL, H. *Adaptive smart card-based pull control systems in context-aware manufacturing systems: Training a neural network through multi-objective simulation optimization. Applied Soft Computing*, v. 75, p. 46-57, 2019.

BALRAM, B., 2003. **Kanban systems: The Stirling Engine Manufacturing Cell**, *University of Manitoba, Department of Mechanical & Industrial Engineering* Shahram, T., 2007. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants, Vol.19, No. 2, p. 217-234.

BERRY, W. L.; JACOBS, F. R.; VOLLMANN, T. E.; WHYBARK, D. Clay. **Sistema de**

planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BHIM, S., GARG S.K., SHARMA, S.K., GREWAL, C., 2010. Lean implementation and its benefits to production industry, **International Journal of Lean Six Sigma**. Vol. 1, No. 2, p 157-168.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just In Time, MRP II e OPT.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CORRÊA, H. L.; C. A. CORRÊA. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2006.

GEORGETTI, A. D. **Implementação de Manufatura Enxuta em um Ambiente com diversidade de componentes e kits de entrega.** 2004, 113p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Série Educação a Distância. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS.

HUSSEINI, S. M.; BRIEN, C. O; HOSSEINI, S.T. 2006. *A method to enhance volume flexibility in JIT production control.* **International Journal of Production Economics**, v. 104, n. 2, p. 653-665, 2006.

HUTCHINS, D. **Just in time**, Madras: *Productivity Press* (Índia) (P) Ltd.; 1993

KNIBERG, H.; SKARIN, M. (2010). *Kanban and Scrum: Making the most out of both.* C4Media.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. (2008). *Adaptations of the kanban system: review, classification, analysis and evaluation,* **Gestão & Produção** v. 15, n. 1, p. 173-188, 2008

MONDEN, Y. (1998). *Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time.* 3. ed. Industrial Engineering and Management Press.

MOLISANI, D. O. "**Implantação do sistema kanban para elementos de fixação em máquinas de movimentação de terra.**" (2015): 48-f.

MOUAKY, M.; BERRADO, A.; BENABBOU, L. *Using a kanban system for multi-echelon inventory management: the case of pharmaceutical supply chains.* **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 32, n. 3-4, p. 496-519, 2019.

MOURA, R. A. **Kanban: a simplicidade do controle de produção.** São Paulo: IMAM, 2007.

NOGUEIRA, A. de S. **Logística Empresarial: uma visão local com pensamento globalizado.** 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012

NUDURUPATI, S.S.; BITICI, U.S.; KUMAR, V.; CHAN, F.T.S. *State of the art literature review on performance measurement.* **Computers & Industrial Engineering**, v. 60, n. 2, p. 279-290, 2011.

- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Bookman, 1988.
- PACE, J. H. **O Kanban na prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.
- PASQUALI, F. D. (2010). O Sistema Just-in-time (JIT) um estudo de caso: produção em série de móveis de madeira.
- PINTO, J. (2014). **Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras**. 6ª edição (atualizada), **Lidel**, Biblioteca indústria & serviços, Lisboa
- PEINADO J.; GRAEML A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. UnicenP: Curitiba, 2007.
- RABBANI, M.; LAYEGH, J.; EBRAHIM, R. M. (2009). Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm. *Advances in Engineering Software*, 40(6), 431-437.
- SCHERRER-RATHJE, M.; DEFLORIN, P.; ANAND, G. (2014). Manufacturing flexibility through outsourcing: effects of contingencies. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(9), 1210-1242.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 2005. 4 ed. Florianópolis, UFSC.
- SIVAKUMAR, G. D.; E SHAHABUDEEN, P. (2008). Design of multi-stage adaptive kanban system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38(3-4), 321.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; E JOHNSTON, R. (2008). **Administração da Produção**. 2ª ed. – 8ª reimpr. - São Paulo: Atlas.
- SOUZA, A. M.; DE OLIVEIRA JACINTO, F. M. (2018). Fundamentos Matemáticos da Programação Linear. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*
- SUGIMORI, Y.; KUSUNOKI, K.; CHO, F.; UCHIKAWA, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática** . Editora Atlas SA, 2000.
- YADAVALLI, V. S. S.; SIVAKUMAR, B.; ARIVARIGNAN, G. (2008). Inventory system with renewal demands at service facilities. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 252-264.
- XANTHOPOULOS, A. S.; IOANNIDIS, S.; KOULOURIOTIS, D. E. (2018) Optimal adaptive Kanban-type production control. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 97, n. 5-8, p. 2887-2905, 2018.

ZORZENON, R. (2019). Práticas de gestão da qualidade na relação cliente-fornecedor em produtos eletrônicos.