
Evolução e avaliação da utilização do sistema kanban em empresas paulistas

Muris Lage Junior
Moacir Godinho Filho

RESUMO

Neste trabalho, partiu-se da hipótese de que as mudanças recentes ocorridas no cenário competitivo industrial correspondem às condições reconhecidamente desfavoráveis ao uso do sistema *kanban*. Primeiramente, por meio de um *survey* em 30 empresas do estado de São Paulo que implantaram o *kanban* no início da década de 1990, verifica-se se o *kanban* continua sendo utilizado nessas empresas. Os resultados mostram que nenhuma delas utiliza mais o *kanban* originalmente criado pela Toyota. Diante dessa constatação, é proposto um procedimento para a avaliação do uso do *kanban* em empresas industriais. De acordo com tal procedimento, as vantagens do sistema *kanban* estão relacionadas a suas características de funcionamento e, portanto, adaptações realizadas empiricamente em empresas fazem com que esse sistema deixe de proporcionar as vantagens para as quais foi idealizado. O procedimento proposto é ilustrado por meio de sua utilização em dois estudos de caso.

Palavras-chave: sistema *kanban*, adaptações, procedimento de avaliação.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DO TRABALHO

O mundo produtivo industrial observou, no Japão, a partir da década de 1950, uma reestruturação na gestão da produção e na forma de organização do trabalho decorrentes do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP) na Toyota Motor Company (MAGEE, 2008).

Com a constatação do promissor desempenho da Toyota, muitos estudos voltaram-se, a partir de então, a desvendar quais os fatores responsáveis por tais resultados. Essas avaliações reconheceram que a Toyota utilizava a reunião de um conjunto de princípios, métodos e técnicas aplicadas de forma encadeada. Dentre os métodos utilizados pela Toyota, o sistema *kanban*, usado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes, tornou-se um dos principais focos de pesquisa e, com isso, foi amplamente estudado e difundido. Fernandes e Godinho Filho (2007) classificam o sistema *kanban*, assim como outros sistemas não ligados à Toyota, como um Sistema de Coordenação de Ordens de Produção e Compra (SCO). O sistema

Recebido em 15/setembro/2008
Aprovado em 28/maio/2009

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor Científico: Nicolau Reinhard

Muris Lage Junior, Graduação em Engenharia de Produção Química e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos, é Professor do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Goiás (CEP 75704-020 – Catalão/GO, Brasil).
E-mail: muris@dep.ufscar.br
Endereço:
Universidade Federal de Goiás
Campus Catalão
Departamento de Engenharia de Produção
Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120
– St. Universitário
75704-020 – Catalão - GO

Moacir Godinho Filho, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos, MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas, é Professor Adjunto Nível I do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (CEP 13565-905 – São Carlos/SP, Brasil).
E-mail: moacir@dep.ufscar.br

kanban é um assunto bastante discutido há décadas e continua tema de diversas pesquisas, como de, por exemplo, Krishnamurthy e Suri (2006), Kotani (2007), Kumar e Panneerselvam (2007), Jodlbauer e Huber (2008), Krieg e Kuhn (2008).

O sistema *kanban* foi desenvolvido dentro das características singulares da Toyota, ou seja, foi gerado para funcionar efetivamente dentro de determinadas condições produtivas e competitivas. No entanto, muitas outras empresas, naturalmente diferentes, empreenderam esforços para implantá-lo. Devido a essas diferenças, muitas das tentativas falharam e, diante disso, tanto na literatura quanto na prática são reconhecidas as limitações do sistema *kanban*. Daí sobrevém a necessidade de criar, adaptar e até mudar de SCO, que inicialmente atende à realidade e, portanto, provê um bom desempenho ao sistema produtivo, mas que em um segundo momento torna-se ineficaz.

Levando-se em consideração as diferenças entre as diversas empresas industriais, as condições desfavoráveis ao uso do sistema *kanban* e as mudanças recentes ocorridas no cenário competitivo industrial, este trabalho tem como principal motivação investigar o que vem ocorrendo com o uso do sistema *kanban*. Em outras palavras, deseja-se saber se o sistema *kanban* continua sendo utilizado em empresas paulistas e, em caso afirmativo, como está sendo utilizado: se da forma como foi criado originalmente pela Toyota ou de uma forma modificada. Mais do que isso, se o sistema *kanban* está sendo utilizado de forma modificada, avaliar se essas adaptações realmente são vantajosas para as empresas também é foco deste trabalho.

Diante do exposto, a principal questão de pesquisa do presente trabalho é:

- O que aconteceu com empresas paulistas que implantaram o sistema *kanban* no início da década de 1990: continuam utilizando o sistema em sua forma original, realizaram adaptações ou abandonaram o seu uso?

Para responder a essa questão, foi realizado um *survey* em 30 empresas, o qual, dentre outras constatações, verificou que a maioria delas está utilizando o sistema *kanban* de uma forma adaptada.

Diante desse resultado do *survey*, surgiu uma outra questão de pesquisa:

- Não estariam as empresas perdendo as vantagens associadas ao uso do sistema *kanban* original utilizando essas adaptações?

Para responder a essa outra questão, realizaram-se dois estudos de caso em duas das empresas da mesma amostra do *survey*. Tais estudos de caso foram concretizados com o auxílio de um procedimento proposto no presente trabalho e baseado na literatura para avaliação da utilização do sistema *kanban* em empresas industriais. Dessa forma, os dois métodos de pesquisa utilizados, ou seja, o *survey* e os estudos de caso,

são complementares na forma denominada por Creswell (1994) de “duas fases”. O *survey* exploratório geralmente é aplicado nos estágios iniciais da pesquisa para obtenção de maior clareza a respeito do tema e para servir de base para uma pesquisa posterior mais detalhada. Já os estudos de caso são fundamentalmente exploratórios e descritivos, permitindo que seja respondida a segunda questão de pesquisa. Com as respostas a essas questões, neste trabalho pretende-se contribuir para o preenchimento de uma visível lacuna no conhecimento atual sobre o tema sistema *kanban* nas indústrias do estado de São Paulo. Os aspectos metodológicos são discutidos mais a fundo na seção 3.

Este artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. Na seção 2, é feita uma revisão bibliográfica sobre o sistema *kanban*, suas características de funcionamento, vantagens e condições produtivas necessárias a seu funcionamento. A seção 3 traz a metodologia do trabalho, apresentando os dados coletados e o procedimento proposto para avaliação da utilização do sistema *kanban* em empresas industriais. Já na quarta seção, são apresentados os estudos de caso e os resultados da pesquisa. O objetivo da elaboração e posterior utilização do procedimento nos estudos de caso é responder à segunda questão de pesquisa. Por fim, na seção 5, são feitas as conclusões deste trabalho e, em seguida, listadas as referências.

2. O SISTEMA KANBAN

O sistema *kanban* é o método de operacionalizar todo o planejamento e controle do *Just In Time* (JIT). Trata-se de um subsistema do JIT usado para controlar os estoques em processo, a produção e o suprimento de componentes (ESPARRAGO JR., 1988). O JIT e o sistema *kanban* estão disseminados por diversas indústrias no mundo inteiro (MOURA, 1992).

Diante dos diversos benefícios evidenciados pelos vários autores examinados na literatura, como Monden (1981), Moura (1992), Ohno (1997) e Mesquita e Castro (2008), é apropriado resumir as principais vantagens relacionadas à utilização do sistema *kanban*:

- controle eficiente dos estágios produtivos;
- redução dos níveis de estoque (e, conseqüentemente, redução dos custos de estoque e redução do espaço físico necessário para estoque);
- redução dos *lead-times*;
- facilidade na identificação da raiz de problemas produtivos;
- redução de refugos e retrabalhos;
- atribuição de *empowerment* aos operadores;
- controle eficiente de informações;
- simplificação dos mecanismos de administração.

A literatura (OHNO, 1982; MONDEN, 1984; SIPPER e BULFIN JR., 1997; SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002)

também trata recorrentemente das principais características de funcionamento do sistema *kanban* original (o sistema criado pela Toyota Motor Company). Essas características, que também servirão de referência para as análises realizadas nas próximas seções são:

- puxar a produção – em um sistema puxado, é mantida certa quantidade de estoque entre duas operações consecutivas, cuja reposição é ordenada pelo processo posterior na proporção em que é consumida. Dessa forma, do ponto de vista somente da movimentação física na fábrica, se os materiais forem transportados sob pedido do processo posterior, esse sistema é considerado puxado. Se os materiais forem transportados para os processos posteriores após serem processados ou concluídos, o sistema é considerado empurrado;
- controlar a produção de forma descentralizada – o controle da produção de forma descentralizada é caracterizado por atribuir autocontrole do que está sendo fabricado aos encarregados pela produção, ou seja, aos próprios funcionários;
- limitar o nível máximo de estoque – um procedimento fundamental para utilização do sistema *kanban* é a determinação do número de cartões, tanto de ordem de produção quanto de requisição, para cada peça dentro do processo produtivo. Esse número deve permanecer fixo e, conseqüentemente, a quantidade máxima de estoque para cada uma dessas peças é equivalente ao número de cartões;
- usar dois tipos de cartões simultaneamente, um como ordem de produção e o outro como autorização de transferência de materiais – no sistema original da Toyota existem essencialmente dois tipos de cartões sendo usados simultaneamente: cartão de requisição (autoriza o movimento de peças das estações de alimentação às estações de uso) e cartão de ordem de produção (autoriza a produção de peças para repor as requisitadas para uso em estações subsequentes).

Mesmo com muitas vantagens, é também reconhecido na literatura (OHNO, 1982; MONDEN, 1984; AGGARWAL, 1985; SIPPER e BULFIN JR., 1997; VOLLMAN, BERRY e WHYBARK, 1997; FUJIMOTO, 1999; WHITE e PRYBUTOK, 2001) que o sistema *kanban* somente é apropriado para determinadas condições produtivas:

- para puxar a produção é necessário (MONDEN, 1981; MACCARTHY e FERNANDES, 2002):
 - que os tempos de processamento das estações produtivas sejam estáveis, pois, caso contrário, haveria falta de peças quando os processos **consumidores** puxassem mais rapidamente e os processos **fornecedores** repusessem mais lentamente;
 - que as operações sejam padronizadas, justamente para garantir que as variações nos tempos de processamento sejam minimizadas e para que a eficiência do controle puxado seja garantida;

- demanda estável, pois, se a demanda variar demasiadamente, o processo puxado ficará desabastecido nos momentos de pico da demanda e ficará parado nos momentos de vale da demanda, ocasionando sobrecarga e baixa utilização, respectivamente;
- para limitar o nível máximo de estoque é necessário (MONDEN, 1981; BERKLEY, 1992):
 - que os tempos de processamento das estações produtivas sejam estáveis, pelos mesmos motivos da característica de puxar a produção. A característica de limitar o nível máximo de estoque somente poderia ser mantida nesses casos em que os tempos de processamento fossem instáveis se esse limite máximo fosse alto, ou seja, se fossem mantidos altos níveis de estoque, o que iria de encontro aos princípios do JIT e da utilização do sistema *kanban*;
 - que as operações sejam padronizadas, pelos mesmos motivos da característica de puxar a produção;
 - demanda estável, pois, caso contrário, haveria falta de peças durante as altas de demanda e excesso de peças durante as baixas de demanda, gerando custos desnecessários com manutenção de estoques;
 - baixos tempos de *setup*, pois isso acarretaria a manutenção de altos níveis de estoque e de grandes lotes de produção, o que iria de encontro aos princípios do JIT e da utilização do sistema *kanban*;
- para controlar a produção de forma descentralizada é necessário (LAGE JUNIOR, 2007):
 - que haja baixa variedade de itens, pois, com o aumento da variedade de itens e, conseqüentemente, da complexidade do sistema produtivo, o controle feito apenas pelos operários é dificultado, sendo preciso uma forma de centralizar e agregar as informações para controle eficiente das operações;
 - que as operações sejam padronizadas, justamente para garantir que as variações nos tempos de processamento sejam minimizadas e para diminuir a complexidade do sistema produtivo;
 - que os tempos de processamento das estações produtivas sejam estáveis, para que não haja também um aumento da complexidade do sistema produtivo;
 - demanda estável, pois, caso contrário, o acompanhamento ou atendimento dessa demanda não seria possível somente pela reação do controle descentralizado, ocasionando atrasos e falta de itens;
- para usar cartões como ordem de produção e como autorização para transferência de materiais simultaneamente, é necessário (LAGE JUNIOR, 2007):
 - que haja baixa variedade de itens, pois, caso contrário, a quantidade de cartões diferentes seria aumentada consideravelmente, a ponto de tornar ineficiente o controle visual dos painéis e postos de cartões de ordem de produção e de requisição respectivamente;

- que as operações sejam padronizadas, para garantir a estabilidade dos tempos de processamento;
- que os tempos de processamento das estações produtivas sejam estáveis e que a demanda seja estável, pois, caso contrário, a própria determinação da quantidade de cartões para cada peça fica impossibilitada, uma vez que a fórmula para o cálculo do número de cartões leva em conta essas dimensões.

As quatro características de funcionamento do sistema *kanban* original estão diretamente ligadas às vantagens de sua utilização.

Puxar a produção garante um controle eficiente dos estágios produtivos uma vez que somente o que é consumido nos processos **consumidores** é produzido e repostos pelos processos **fornecedores**. Além disso, puxar a produção também facilita a identificação da raiz dos problemas produtivos, pois, se ocorrerem problemas, a produção é interrompida pela falta de peças nas estações abastecidas (que puxam) pelos processos com problemas (SIPPER e BULFIN JR., 1997; ROTHER e SHOOK, 1998).

Limitar o nível máximo de estoque também facilita a identificação da raiz dos problemas produtivos pelos mesmos motivos, acelerando essa identificação, ou seja, quanto menor for o nível de estoque, mais rapidamente os problemas produtivos são detectados. A própria redução dos níveis de estoque é em si uma das vantagens de limitar os níveis máximos de estoque, pois com essa limitação evita-se que seja produzido mais do que seria necessário para cada período produtivo. A outra vantagem, redução dos *lead-times*, é também consequência da limitação dos níveis de estoque, que por serem limitados reduzem os tempos de espera das peças nas filas dos processos. A diminuição dos refugos e retrabalhos também é vantagem oferecida pela característica de limitar o nível máximo de estoque, pois, sendo limitadas as quantidades de peças, nunca haverá mais peças defeituosas além do limite especificado e, mais do que isso, como os problemas produtivos são mais facilmente detectados, apenas uma pequena parcela das peças apresentarão defeitos até que se identifique tal problema (BERKLEY, 1992; ROTHER e SHOOK, 1998).

Já controlar a produção de forma descentralizada tem como principal vantagem atribuir *empowerment* aos operadores. A vantagem do *empowerment* deve-se ao fato de que esses operadores têm um conhecimento bastante específico e detalhado das atividades que devem ser executadas no sistema produtivo. Muitas vezes, esse conhecimento é maior (e, conseqüentemente, o controle da produção passa a ser mais eficiente) do que o conhecimento de uma pessoa em um cargo de controle centralizado em departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Mais do que isso, controlar a produção dessa forma simplifica o mecanismo de administração, pois não sobrecarrega o departamento de PCP da empresa (MOURA, 1992; LIKER, 2005).

Por fim, utilizar dois cartões simultaneamente contribui com a vantagem de que seja efetuado um controle mais eficiente das informações no chão de fábrica, pois, dessa forma, as informações de o que produzir, quanto produzir e quando produzir (papel desempenhado pelo cartão de ordem de produção) ficam totalmente separadas das informações referentes a quando adquirir, quanto adquirir e onde adquirir as matérias-primas necessárias para produção dessas peças (papel desempenhado pelo cartão de requisição). No quadro 1, resumem-se esses relacionamentos.

3. METODOLOGIA

No *survey* utilizou-se uma amostra não probabilística de 30 empresas do estado de São Paulo que estavam implantando o sistema *kanban* no início da década de 1990. Foram identificadas 18 adaptações, na prática, sendo utilizadas por empresas industriais no Estado de São Paulo. Em função dos resultados encontrados no *survey* que demonstraram a existência dessas adaptações, foi proposto um procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban* em empresas industriais por meio do relacionamento entre características de funcionamento original, condições do ambiente produtivo e vantagens do sistema. Após isso foram analisadas a fundo duas dessas empresas nos estudos de caso.

3.1. Survey

O *survey* é utilizado para responder à pergunta:

- O que aconteceu com as empresas que implantaram o sistema *kanban*?

O objetivo será estabelecer, dentro de uma amostra de 30 empresas no estado de São Paulo, quantas deixaram de utilizá-lo e as causas do abandono, quando for o caso, sendo, portanto, em tais condições, de cunho explanatório. Além disso, pretende-se identificar os casos de adaptação do sistema *kanban*, evidenciando as possibilidades para os estudos de caso; portanto, nessas condições, o *survey* apresenta propósito exploratório. Por fim, pretende-se descrever a situação das empresas com relação ao uso do sistema *kanban*, ou seja, com o propósito descritivo. O *survey* foi realizado pelos autores do presente artigo.

A pesquisa caracteriza-se como um corte transversal, ou seja, a coleta dos dados ocorre em um único momento, porém com a utilização de dados de uma pesquisa anterior, de Côrtes (1993). Baseando-se neste estudo feito em 1993, utilizou-se uma amostra não probabilística, do tipo por conveniência, para assegurar que as empresas pesquisadas utilizam ou tentaram implantar o sistema *kanban*. As empresas da amostra são bastante diversificadas. Os setores de atuação e principais produtos das 30 empresas são mostrados no quadro 2.

Quadro 1

Relacionamento entre as Características de Funcionamento, Condições do Ambiente e Vantagens do Sistema Kanban Original

Características de Funcionamento do Sistema <i>Kanban</i> Original	Principais Vantagens Relacionadas	Principais Condições Produtivas Necessárias para Utilização das Características de Funcionamento Original
Puxar a produção	<ul style="list-style-type: none"> Controle eficiente dos estágios produtivos. Facilidade na identificação da raiz de problemas produtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Tempos de processamento estáveis. Operações padronizadas. Demanda estável.
Limitar o nível máximo de estoque	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos níveis de estoque. Redução dos <i>lead-times</i>. Facilidade na identificação da raiz de problemas produtivos. Redução de refugos e retrabalhos. 	<ul style="list-style-type: none"> Tempos de processamento estáveis. Operações padronizadas. Demanda estável. Baixos tempos de <i>setup</i>.
Controlar a produção de forma descentralizada	<ul style="list-style-type: none"> Atribuição de <i>empowerment</i> aos operadores. Simplificação dos mecanismos de administração. 	<ul style="list-style-type: none"> Baixa variedade de itens. Tempos de processamento estáveis. Operações padronizadas. Demanda estável.
Usar cartões como ordem de produção e como autorização de transferência de materiais simultaneamente	<ul style="list-style-type: none"> Controle eficiente de informações. 	<ul style="list-style-type: none"> Baixa variedade de itens. Operações padronizadas. Tempos de processamento estáveis. Demanda estável.

Como se vê no quadro 2, existe predominância da indústria automobilística, com oito empresas. As características da função produção dessas empresas é bastante semelhante, pois, com exceção das empresas 02, 07, 19, 23 e 29, que possuem sistemas produtivos com produção não repetitiva, as demais têm baixa variedade de produtos e alto volume de produção.

A primeira fase do *survey* consistiu na escolha da amostra. Na segunda fase, determinaram-se as informações necessárias a serem coletadas das empresas que compõem a amostra selecionada na primeira fase. Tais informações foram determinadas a partir da primeira questão de pesquisa e são elas:

- se a empresa continua utilizando o sistema *kanban*; e, em caso afirmativo,
- se o sistema empregado pela empresa usa simultaneamente dois cartões diferentes, um como ordem de produção e outro como autorização de transferência de materiais;
- se o sistema empregado pela empresa possui controle descentralizado;
- se o sistema empregado pela empresa puxa a produção;
- se o sistema empregado pela empresa limita o nível máximo de estoque.

Essas informações revelam, em primeiro lugar, se o sistema *kanban* continua sendo usado ou foi abandonado pelas empresas industriais. Em segundo, indicam se o sistema em uso

atualmente nessas empresas realmente é o *kanban* original ou uma adaptação. Isso porque os itens destacados acima refletem as quatro características citadas na literatura como genuinamente associadas ao funcionamento do sistema *kanban* original.

A terceira fase do *survey* tratou da escolha do método de coleta dos dados, uma vez já identificadas as informações necessárias na segunda fase. Para Forza (2002), na pesquisa do tipo *survey*, os dados podem ser coletados de várias formas diferentes, sendo os principais as entrevistas e os questionários. Levando-se em consideração os objetivos a serem alcançados pelo *survey*, optou-se pela utilização:

- de questionários estruturados, com o intuito de avaliar objetiva e sistematicamente as respostas e permitir maior agilidade e rapidez para avaliação dos resultados. Além disso, o intuito do uso desses questionários era garantir a imparcialidade na coleta das respostas;
- de entrevistas por telefone para agilizar a coleta dos dados, por apresentarem baixo custo, assegurarem que as instruções do questionário estão sendo seguidas e garantirem alta taxa de respostas. Os respondentes eram pessoas ligadas diretamente ao planejamento e controle da produção da empresa, na maioria gerentes.

Por fim, a quarta e última fase consistiu na elaboração do instrumento de coleta, ou seja, o questionário estruturado.

Quadro 2

Setores e Principais Produtos das Empresas Pesquisadas no Survey

Empresa	Setor de Atuação	Produtos Principais
01	Eletrrodomésticos	Liquidificadores, ventiladores e batedeiras
02	Implementos agrícolas	Arados, grades, semeadoras, roçadeiras e cultivadores
03	Embalagens metálicas	Embalagens para tinta e aerossóis
04	Bicicletas	Bicicletas comuns e ergométricas
05	Equipamentos pneumáticos	Compressores e equipamentos de ar comprimido
06	Linha branca	Refrigeradores e fogões
07	Elevadores	Elevadores, escadas e esteiras rolantes
08	Telecomunicações	Telefones móveis e produtos de comunicação multimídia
09	Materiais de escrita	Lápis e giz de cera escolares
10	Componentes elétricos	Reatores eletrônicos, filtros de linha e interruptores
11	Automobilística	Motores a diesel
12	Rádios	Aparelhos de rádio
13	Automobilística	Motores a diesel
14	Parafusos	Parafusos e componentes para fixação
15	Automobilística	Rolamentos de esferas
16	Automobilística	Pneus para automóveis e caminhões
17	Metalúrgica	Latas/embalagens de aço
18	Eletrônicos	Equipamentos elétricos e eletrônicos para uso doméstico
19	Metalúrgica	Máquinas e ferramentas para indústria
20	Eletrrodomésticos	Televisores e aparelhos de áudio
21	Automobilística	Bombas de alta pressão para injeção de combustível
22	Automobilística	Rolamentos, sistemas de lubrificação e vedação
23	Automação	Contatores, componentes de proteção e partidas de motores
24	Eletrrodomésticos	Televisores e aparelhos de áudio
25	Automobilística	Montadora de veículos leves
26	Automobilística	Sistemas de freios, suspensão, direção e cintos de segurança
27	Linha branca	Refrigeradores e <i>freezers</i>
28	Componentes elétricos	Instrumentos e sistemas de controle de processos
29	Produtos agrícolas	Herbicidas, inseticidas e fungicidas
30	Empilhadeiras	Empilhadeiras em geral

3.2. Estudos de caso

Os estudos de caso são fundamentalmente exploratórios e descritivos, para responder **como** são utilizados os sistemas adaptados, **por que** são utilizados de tal forma e **quais** são suas vantagens e desvantagens, tendo como objetivo, neste estudo, ilustrar o uso do procedimento de avaliação proposto na presente pesquisa. Além disso, a realização dos estudos de caso permitirá que seja respondida a segunda questão de pesquisa. Uma vez que o comportamento desses sistemas adaptados é complexo e contemporâneo e, além disso, as variáveis envolvidas (vantagens e desvantagens) não podem ser controladas pelo pesquisador, a escolha desse método está dentro das circunstâncias adequadas, segundo Bryman

(1989), Ghauri e Gronhaug (1995) e Freitas *et al.* (2000). Portanto, as principais finalidades desta seção são:

- exemplificar o funcionamento de sistemas *kanban* adaptados;
- esclarecer o porquê de serem utilizados de tal forma;
- ilustrar o uso do procedimento de avaliação, proposto na seção 3.3;
- validar o relacionamento entre as características e vantagens do sistema *kanban*, vistas no quadro 1.

A primeira fase dos estudos de caso consistiu em definir a questão de pesquisa que, na verdade, fora previamente determinada na pesquisa teórico-conceitual nas seções 2 e 3 deste artigo. As vantagens e desvantagens do uso das adaptações são respondidas por meio das análises dos pesqui-

sadores que utilizam o procedimento proposto na seção 3.3. Foi definida como unidade de análise o setor ou área produtiva onde a adaptação é empregada. A segunda fase dos estudos de caso tratou da elaboração do protocolo de coleta de dados, que nada mais é do que as etapas do procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban* em empresas industriais. Foram usados questionários não estruturados, que permitem aos pesquisadores desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada, sendo uma forma de explorar mais amplamente uma questão (LAKATOS e MARCONI, 2005). Em seguida, foram coletados e analisados os dados. As duas empresas foram escolhidas em função da acessibilidade e diversidade de suas características, para enriquecer os resultados: a empresa 01 atua no setor de eletrodomésticos e a empresa 02, no de equipamentos agrícolas. Mais estudos de caso poderiam ser realizados em função de 18 empresas utilizarem adaptações do sistema *kanban*; porém, para algumas delas, as respostas dadas ao questionário do *survey* apontam semelhanças das características de suas adaptações e, portanto, realizar estudos de caso nessas empresas apenas acrescentaria outras adaptações muito similares, o que não traria resultados muito diferentes dos obtidos com apenas dois estudos.

3.3. O procedimento proposto

Como visto anteriormente, para ser considerado o sistema *kanban* original, é necessário que o SCO possua as quatro características de seu funcionamento. Dessa forma, uma adaptação do sistema *kanban* é qualquer outro que possua ao menos uma dessas quatro características, mas não todas. Como as características de funcionamento do sistema *kanban* original estão diretamente ligadas às vantagens de sua utilização, uma adaptação, mesmo que se aproprie de novas vantagens (como poder ser eficazmente utilizada em condições produtivas em que o sistema original não poderia), deixa de possuir o efeito de ao menos uma das vantagens vistas anteriormente.

Portanto, a fim de auxiliar as empresas industriais que utilizam o sistema *kanban* (principalmente as empresas que utilizam uma adaptação) a avaliar em quais desvantagens estão incorrendo por utilizar essas adaptações e, ao mesmo tempo, mostrar as ações para corrigir essas desvantagens, o seguinte procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban*, descrito a seguir e ilustrado pela figura 1, é proposto no presente trabalho.

O procedimento é composto por quatro etapas, comentadas em seguida.

3.3.1. Etapa 1

Nesta etapa, deve-se analisar o sistema utilizado pela empresa e relacioná-lo às quatro características de funcio-

namento do sistema *kanban* original, ou seja, identificar se o sistema em análise puxa a produção ou não, se limita o nível máximo de estoque ou não, se controla a produção de forma descentralizada ou não e se utiliza dois cartões simultaneamente. Se o sistema da empresa possui as quatro características de funcionamento, então trata-se do sistema *kanban* original e a empresa teoricamente pode certificar-se de que está usufruindo de todas as vantagens relacionadas às características de funcionamento do sistema *kanban* original. Nesses casos, os esforços da empresa devem ser no sentido de racionalizar os parâmetros de utilização do sistema *kanban* como, por exemplo, redução do tamanho dos lotes e diminuição do número de cartões. Caso contrário, ou seja, se o sistema em questão não possuir as quatro características de funcionamento, a empresa está perdendo as vantagens do sistema *kanban* (relacionamento entre as colunas 1 e 2 do quadro 1) e deve-se seguir para a etapa 2 do procedimento.

3.3.2. Etapa 2

Nesta etapa, deve-se identificar se a empresa possui as condições necessárias à utilização do sistema *kanban*. É preciso, portanto, verificar as condições produtivas do local ou setor da empresa em que o sistema em análise é usado, ou seja, averiguar se neste local há baixa variedade de itens, as operações são padronizadas, os tempos de processamento são estáveis, a demanda é estável e os tempos de *setup* são baixos. Se as condições do ambiente produtivo forem desfavoráveis à utilização do sistema *kanban* (utilizar como referência a primeira e a terceira colunas do quadro 1), deve-se seguir para a etapa 3. Caso contrário, deve-se passar direto para a etapa 4.

3.3.3. Etapa 3

Nesta etapa, devem-se analisar os requisitos do ambiente competitivo da empresa. Em outras palavras, devem ser investigadas quais as verdadeiras causas para as condições produtivas desfavoráveis verificadas na etapa 2, ou seja, se essas condições produtivas são realmente exigidas pelos requisitos do ambiente competitivo no qual a empresa atua ou se são ocasionadas por problemas internos à empresa como, por exemplo, mau planejamento. Se as condições produtivas forem resultantes de problemas internos à empresa, deve-se primeiramente resolver tais problemas e, após isso, retornar à etapa 2. No caso de essas condições produtivas serem de fato causadas pelos requisitos do ambiente competitivo da empresa, então a empresa deve substituir o SCO por outro mais adequado. Isso porque nessas circunstâncias as empresas estariam subutilizando as vantagens do sistema *kanban*, não justificando a continuidade de seu emprego como SCO.

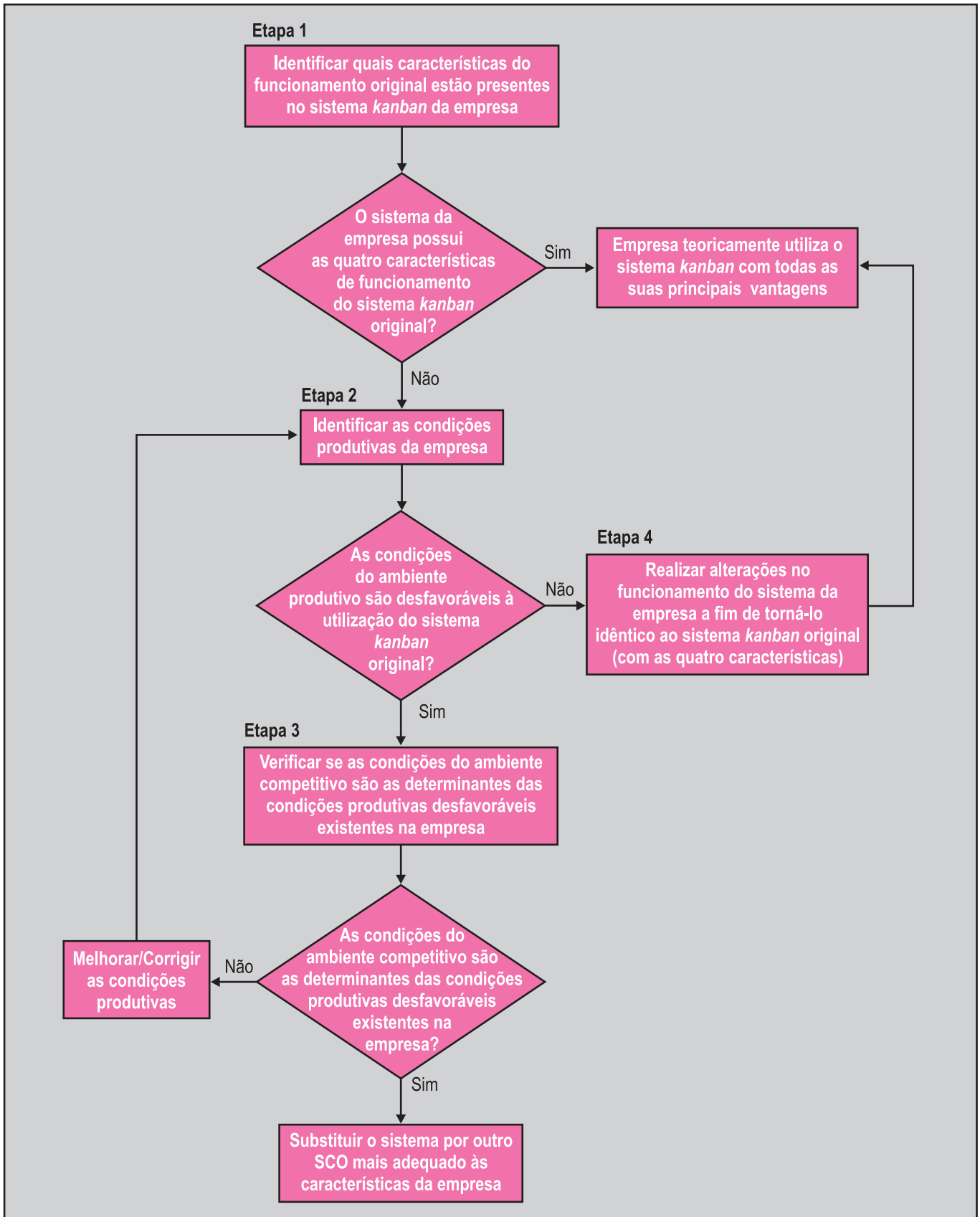


Figura 1: Procedimento para Avaliação da Utilização do Sistema Kanban em Empresas Industriais

3.3.4. Etapa 4

Nesta etapa a tarefa é empreender esforços para implantar as características que forem passíveis de serem utilizadas ante as condições da empresa.

Esse procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban* em empresas industriais contribui para: avaliar se a empresa está utilizando o sistema *kanban* com toda sua potencialidade de vantagens; identificar quais são as condições produtivas desfavoráveis à utilização do sistema *kanban* existentes na empresa; mostrar quais características de funcionamento original do sistema *kanban* podem ser utilizadas ante as condições produtivas da empresa; mostrar quais vantagens se perdem quando uma característica de funcionamento original do sistema *kanban* não é utilizada; e sugerir um plano de ação para a empresa com relação ao SCO.

4. RESULTADOS

4.1. Survey

Uma síntese das respostas do questionário é mostrada no quadro 3.

De acordo com a proposta de análise do presente trabalho, a última coluna do quadro 3 classifica o sistema da empresa como uma adaptação (sim) ou como o sistema *kanban* original (não) da seguinte maneira: se ao menos uma das quatro características de funcionamento original não estiver presente no sistema utilizado pela empresa, então se trata de uma adaptação. Portanto, a base para a classificação e a diferenciação entre original e adaptação são as características tratadas no final da seção 2.

A partir do exposto anteriormente e dos dados do quadro 3, conclui-se que: 18 empresas utilizam uma forma adaptada do sistema *kanban*; sete fecharam (uma delas fundiu-se com outra); cinco abandonaram o uso do sistema *kanban*; e nenhuma empresa utiliza o sistema *kanban* original. No gráfico 1, mostra-se a relação acima em porcentagem.

Na empresa 04, o sistema *kanban* deixou de ser usado há mais de cinco anos. O respondente não soube dizer o real motivo do abandono, apenas relatou que hoje a empresa utiliza o *Materials Requirements Planning* (MRP).

Na empresa 14, o sistema *kanban* foi desativado há mais de um ano. Também nesse caso, o respondente não soube dizer os motivos da desativação.

Na empresa 19, o sistema *kanban* foi abandonado há mais de cinco anos. Segundo o respondente, a utilização do sistema *kanban* causou grande aumento dos estoques, e houve dificuldades de integração entre as plantas produtivas.

A empresa 29 não usa o sistema *kanban* há mais de dez anos. Segundo o respondente, mesmo após um treinamento dado pelo Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM), houve dificuldades na implantação do

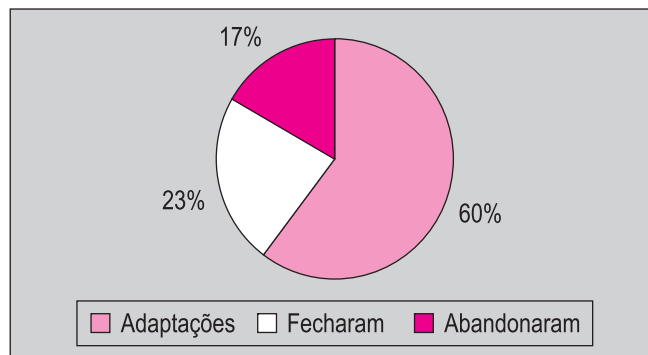


Gráfico 1: Situação das Empresas Pesquisadas no Survey

sistema em função do tipo de produção da empresa: por encomenda. Diante dessa dificuldade, a gerência da empresa decidiu não prosseguir com a implantação.

Por fim, na empresa 30, o sistema *kanban* deixou de ser empregado há mais de dez anos. Nesse caso, a empresa estava ainda no início da implantação. Segundo o respondente, o único produto que estava sendo controlado pelo sistema *kanban* deixou de ser produzido e, conseqüentemente, o sistema deixou de ser usado.

O gráfico 2 mostra a relação entre as características de funcionamento do sistema *kanban* original e as adaptações identificadas no *survey*.

Pelo gráfico 2, vê-se que, das empresas que utilizam adaptações, as características mais preservadas são puxar a produção e limitar o nível máximo de estoque. Com relação à característica de utilizar dois tipos de cartões, dentre as 18 adaptações, tem-se que todas utilizam apenas um tipo de cartão, sendo a maioria (11) cartões de ordem de produção.

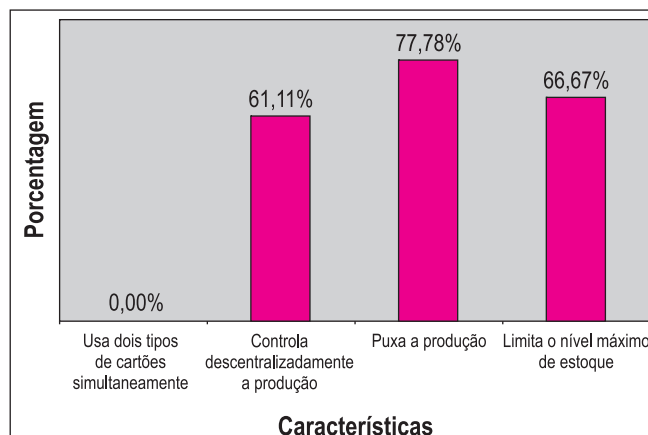


Gráfico 2: Relação entre as Características de Funcionamento do Sistema Kanban Original e as Adaptações Identificadas no Survey

Quadro 3

Síntese das Respostas do Questionário do Survey

Empresa	Continua usando o sistema <i>kanban</i> ?	Características de Funcionamento Original				Adaptação
		Usa dois tipos de cartões simultaneamente?	Controla de forma descentralizada a produção?	Puxa a produção?	Limita o nível máximo de estoque?	
01	sim	não	sim	sim	sim	sim
02	sim	não	não	não	não	sim
03	sim	não	sim	sim	sim	sim
04	não	-	-	-	-	-
05	*	-	-	-	-	-
06	sim	não	sim	não	sim	sim
07	sim	não	não	sim	sim	sim
08	sim	não	sim	sim	não	sim
09	sim	não	não	sim	não	sim
10	sim	não	não	não	sim	sim
11	**	-	-	-	-	-
12	*	-	-	-	-	-
13	sim	não	não	sim	sim	sim
14	não	-	-	-	-	-
15	sim	não	sim	sim	sim	sim
16	sim	não	sim	sim	sim	sim
17	sim	não	sim	não	sim	sim
18	*	-	-	-	-	-
19	não	-	-	-	-	-
20	*	-	-	-	-	-
21	sim	não	não	sim	não	sim
22	sim	não	sim	sim	sim	sim
23	sim	não	sim	sim	sim	sim
24	*	-	-	-	-	-
25	sim	não	sim	sim	sim	sim
26	sim	não	sim	sim	não	sim
27	*	-	-	-	-	-
28	sim	não	não	sim	não	sim
29	não	-	-	-	-	-
30	não	-	-	-	-	-

Notas: * Empresas que não estão mais em operação.

** Empresa que teve sua fábrica desativada e que se fundiu a outra também presente na amostra.

Diante dos resultados do *survey*, verificou-se a necessidade de avaliar a utilização dessas adaptações do sistema *kanban* nas empresas, o que é apresentado na próxima seção.

4.2. Estudos de caso

Os dados coletados e as análises são apresentados nas subseções a seguir. Cada subseção corresponde a um caso, ou seja, a uma das empresas estudadas. Cada estudo de caso

é dividido em: características da empresa; funcionamento da adaptação; e análise das desvantagens associadas ao uso da adaptação. No terceiro item de cada estudo de caso será utilizado o procedimento de avaliação proposto na seção 3.3 e, com isso, será respondida a segunda questão de pesquisa deste trabalho. Nesses estudos de caso foram realizadas entrevistas pessoais com gerentes de produção e observações diretas nas empresas, utilizando-se como roteiro o procedimento proposto e ilustrado na figura 1. Os estudos de caso

contaram com a participação de pesquisadores, a saber, os autores deste artigo.

4.2.1. Empresa 01 (do quadro 2)

Características da empresa

Os produtos feitos na fábrica estudada são liquidificadores, ventiladores, batedeiras, lavadoras semiautomáticas e centrífugas de roupas. O setor produtivo analisado foi o de injeção de plásticos.

Funcionamento da adaptação

O setor de injeção de plásticos produz três tipos de peças para ventiladores, três tipos para batedeiras, três tipos para lavadoras e um tipo de peça para centrífugas. A produção, baseada na previsão de vendas para um período de 21 dias, é para estoque, ou seja, se a previsão não se realizar, a produção é estocada. Basicamente, as operações necessárias para a produção das peças injetadas são: injeção, gravação, onde são estampadas as logomarcas da empresa e identificados os modelos de cada peça, e pré-montagem. Todas as peças produzidas neste setor abastecem a linha de montagem dos produtos finais, que fica em um prédio contíguo.

Baseando-se num plano de vendas (previsão) e nos estoques atuais, a empresa, utilizando o MRP, emite os programas de montagem para as linhas de montagem, uma programação da produção para as peças de menor volume de produção e ordens de compra de matérias-primas. Para as peças de maior volume de produção, é utilizada uma adaptação do sistema *kanban*.

Com base nas informações do sistema MRP, é determinada a quantidade de cartões de ordem de produção necessária para a fabricação dessas peças durante um período de 21 dias. Dessa forma, no início de cada período, a quantidade de cartões:

- é aumentada, se houver necessidade de produzir mais peças relativamente ao período anterior, desde que essa quantidade não exceda a capacidade máxima da fábrica;
- é diminuída, se a quantidade de peças requeridas para o próximo período for menor relativamente ao período anterior;
- é mantida, se a quantidade de peças necessárias for a mesma, ou, então, se a quantidade necessária for maior relativamente ao período anterior, mas a fábrica estiver operando em sua capacidade máxima.

A figura 2 ilustra um esboço do fluxo de materiais e informações entre o setor de componentes plásticos e a linha de montagem de eletrodomésticos.

Os cartões são retirados, um a um, do quadro e levados às injetoras pelos próprios operadores das máquinas. Ao lado das injetoras existem contenedores vazios a serem

preenchidos com as peças. Assim que o lote de peças (determinado pelo cartão) é produzido, as peças, juntamente com o cartão, ficam dispostas próximas à injetora, aguardando o abastecedor levá-las a uma área de estocagem, próxima à linha de montagem.

Nessa área de estocagem, os cartões permanecem afixados nos lotes. Quando um lote é requisitado pela linha de montagem, o cartão referente a ele é colocado em um posto de acúmulo de cartões, ao lado da área de estocagem. Nesse posto, os cartões são colocados, um a um, de baixo para cima, formando uma fila vertical de cartões. Quando essa fila atinge uma demarcação vermelha, todos os cartões abaixo dessa demarcação são levados de volta ao quadro de cartões, e o ciclo se repete.

Análise das desvantagens da adaptação

Para a análise serão utilizadas as etapas do procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban* proposto na seção 3.3.

- **Etapa 1:** diante das exposições anteriores, conclui-se que:
 - essa adaptação puxa a produção;
 - o controle é descentralizado;
 - há limitação do nível máximo de estoque durante cada período produtivo, embora essa quantidade máxima possa variar de período a período;
 - o sistema usa apenas um tipo de sinalizador (de ordem de produção).
- **Etapa 2:** observa-se que é pequena a variedade de itens produzidos no setor em questão, os tempos de processamento são estáveis, as operações são padronizadas e a demanda é relativamente estável, o que permitiria a utilização do sistema *kanban* original eficazmente. A única condição desfavorável à utilização do sistema *kanban* são os altos tempos de *setup* das máquinas injetoras. Contudo, existem várias máquinas sendo utilizadas em paralelo, o que reduz a quantidade de *setups* necessários durante o período produtivo. Isso leva à etapa 4.
- **Etapa 4:** a empresa deve, portanto, somente implantar a utilização do cartão de requisição, para poder usufruir de todas as vantagens do sistema *kanban* original.

Portanto, de acordo com os resultados acima e das posições do procedimento de avaliação proposto, a adaptação utilizada pela empresa 01 possui como única desvantagem um controle ineficiente de informações. De fato essa desvantagem foi observada em campo pelos pesquisadores, e constatou-se que havia certa dificuldade relativa à determinação dos momentos de transferência dos materiais entre a linha de montagem, a área de estocagem e as injetoras.

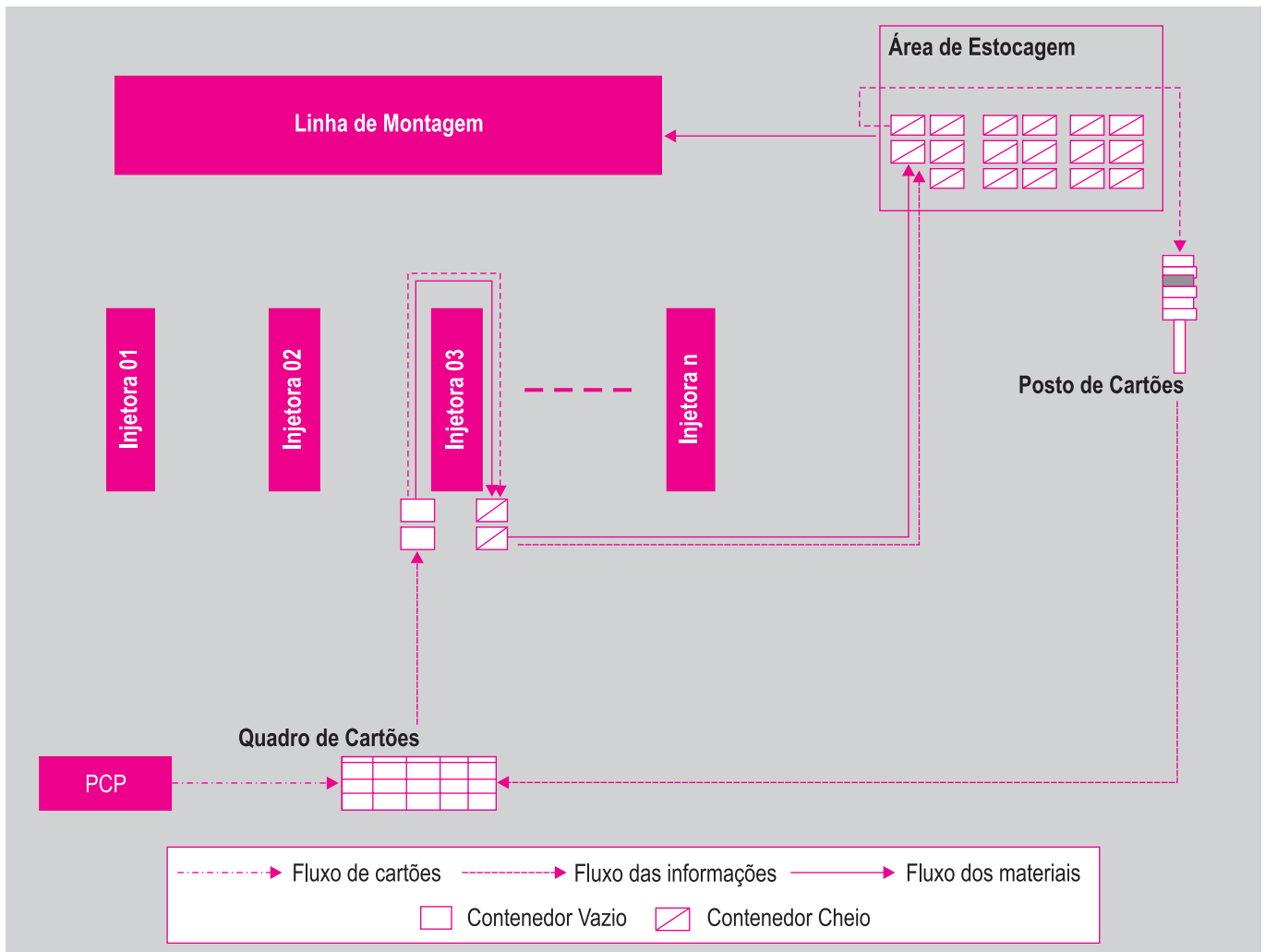


Figura 2: Esboço do Fluxo de Materiais e Informações da Adaptação do Sistema Kanban da Empresa 01

4.2.2. Empresa 02 (do quadro 2)

Características da empresa

A empresa 02 é uma indústria brasileira com sede em Matão (São Paulo) que produz uma linha completa de implementos agrícolas.

Funcionamento da adaptação

No setor de produção de implementos para plantio são fabricadas 14 famílias de produtos. A empresa produz esses produtos sob encomenda. Basicamente, as operações necessárias para sua fabricação são: fundição, usinagem, caldeiraria, pintura e montagem.

Partindo dos pedidos confirmados pelos clientes, os programadores da produção da empresa, no departamento de PCP, convertem as necessidades de produtos finais para as necessi-

dades dos itens componentes, produzidos e comprados. Esses programadores enviam ordens de compra para o departamento de compras da empresa e também ordens de produção para todos os **centros de custos** da empresa. Centro de custo é a denominação dada pela empresa para as diferentes etapas produtivas dentro de cada setor.

O setor de montagem de implementos para plantio possui seis centros de custo: pré-montagem, montagem 1, montagem 2, fábrica de carrinhos, fábrica de caixas e acabamento. Além disso, ao final existe uma etapa de testes dos produtos acabados. Ao lado de cada centro de custos existe um estoque com os itens comprados e produzidos, necessários para suas operações. Nesse estoque, para cada item existem três cartões sinalizadores, todos com as mesmas informações relativas às peças que representam: um branco, outro amarelo e o terceiro vermelho. O cartão branco é utilizado unicamente para identificar as peças no estoque e nunca sai de seu lugar no contenedor. O cartão amarelo é retirado do contenedor e colocado no painel

de cartões quando determinada quantidade de peças é consumida. A quantidade de peças consumida que determina a retirada do cartão varia de acordo com a peça e é determinada pelo PCP. O cartão vermelho somente é retirado do contenedor e colocado no painel de cartões quando o centro produtivo está parado por falta das peças que o cartão representa. A figura 3 ilustra um esboço do fluxo de materiais e informações do setor de montagem de implementos para plantio.

O fluxo dos cartões é mostrado apenas entre a montagem 1 e a pré-montagem, para evitar o excesso de setas na figura 3. Entre os demais centros de custo, o fluxo é idêntico.

O PCP, além de enviar ordens de produção para cada centro de custo, também coordena o abastecimento das peças nos estoques controlados pela adaptação do sistema *kanban*. A quantidade de peças a ser abastecida nos estoques é determinada pelo PCP e, antes de operar conforme a maneira ilustrada na figura 3, o painel de cartões situava-se dentro do departamento de PCP. Para os itens comprados, o fluxo dos materiais e dos cartões é semelhante, porém as peças circulam entre os centros de custo e o almoxarifado. Além disso, o painel de cartões para itens comprados é separado do painel de cartões para itens produzidos.

Análise das desvantagens da adaptação

Para a análise serão utilizadas as etapas do procedimento para avaliação da utilização do sistema *kanban* proposto na seção 3.3.

- **Etapa 1:** diante das exposições anteriores, conclui-se que:
 - essa adaptação não puxa a produção;
 - o controle é centralizado, por meio do departamento de PCP da empresa;
 - não há limitação do nível máximo de estoque, ou seja, a quantidade de itens nos contenedores é dimensionada de acordo com a produção prevista, embora o número de cartões seja fixo;
 - o sistema usa apenas um tipo de sinalizador.
- **Etapa 2:** observa-se que a empresa 02 não possui todas as condições favoráveis à utilização do sistema *kanban* original, pois, apesar de possuir uma baixa variedade de itens, sua demanda é instável, os tempos de processamento são variáveis e as operações não são padronizadas. Isso leva à etapa 3 do método proposto.

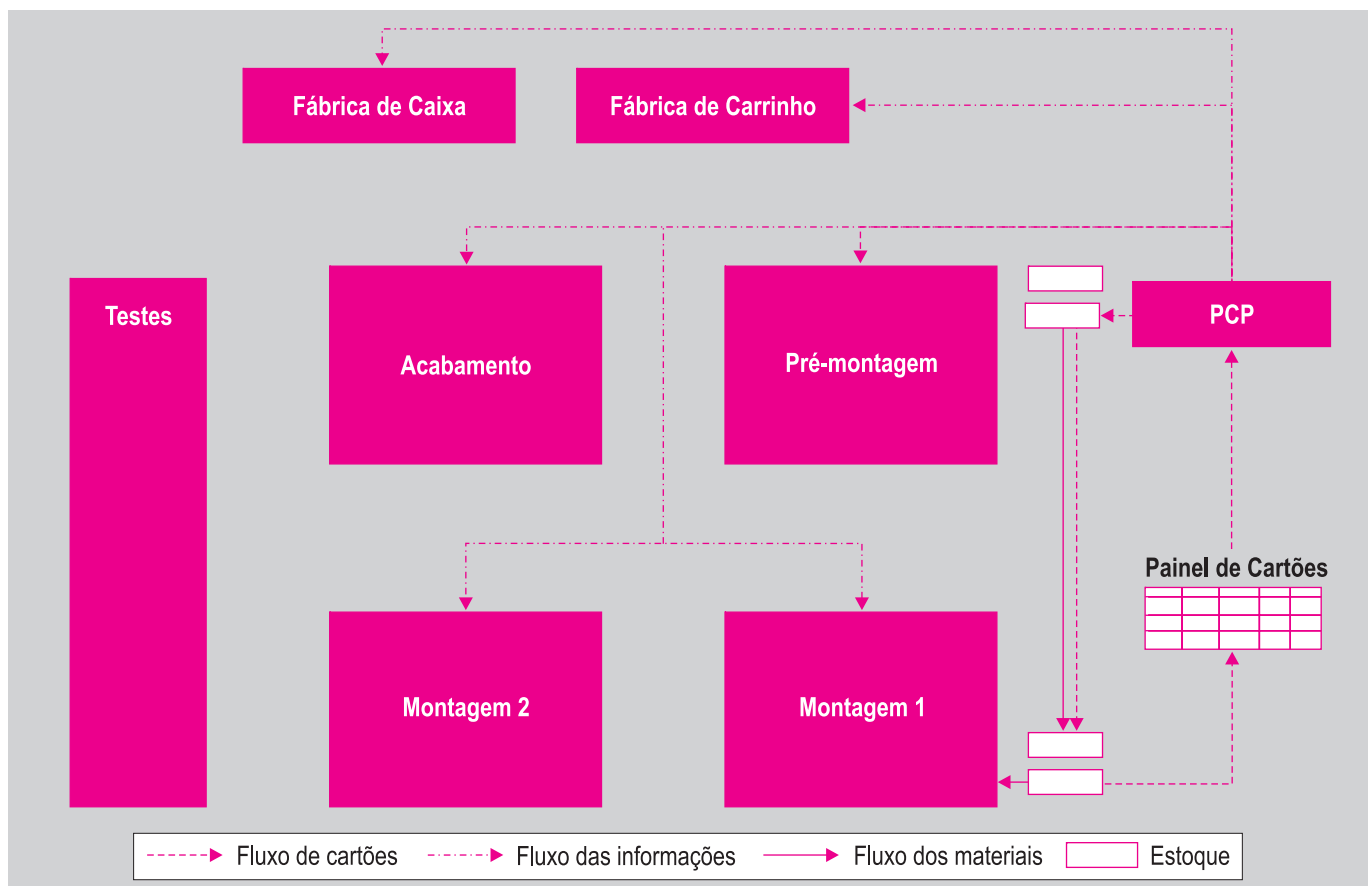


Figura 3: Esboço do Fluxo de Materiais e Informações da Adaptação do Sistema Kanban da Empresa 02

- **Etapa 3:** com relação aos requisitos do ambiente competitivo da empresa 02, constata-se que as condições produtivas existentes na empresa são causadas, sim, pelos requisitos do ambiente competitivo e, além disso, são desfavoráveis à utilização do sistema *kanban*.

A empresa 02 deve, portanto, substituir seu SCO por outro sistema mais adequado para suas condições produtivas. De acordo com os resultados acima e as proposições do procedimento de avaliação sugeridas, a adaptação utilizada pela empresa 02 possui como desvantagens: controle ineficiente dos estágios produtivos; dificuldade de identificação da raiz de problemas produtivos; aumento dos níveis de estoque; aumento dos *lead-times*; aumento de refugos e retrabalhos; não atribuição de *empowerment* aos operadores; complexidade dos mecanismos de administração. De fato, algumas dessas desvantagens foram observadas em campo pelos pesquisadores: constatou-se que havia altos níveis de estoque, complexidade dos mecanismos de administração e altos *lead-times*.

No quadro 4, consta a situação das duas adaptações em relação às vantagens que estão deixando de usufruir e em relação à ação que deve ser tomada no que diz respeito ao SCO utilizado.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho, objetivou-se primeiramente estudar a evolução do sistema *kanban* em empresas paulistas por meio de um *survey*. Dessa forma, buscou-se saber o que aconteceu com 30 empresas paulistas que implantaram o *kanban* no início da década de 1990. Constatou-se que 18 delas utilizavam uma forma adaptada do sistema *kanban*; sete fecharam; cinco abandonaram o uso do sistema; e nenhuma utilizava o sistema *kanban* original.

Após essa constatação, entrou-se mais a fundo na análise das possíveis vantagens e desvantagens dessas adaptações. Para isso, com base na literatura, foi proposto um procedimento para avaliação da utilização do *kanban* em empresas por meio do relacionamento entre características de funcionamento, condições do ambiente produtivo e vantagens do sistema.

Constatou-se também que, se o sistema produtivo apresentar as condições produtivas necessárias, deve-se utilizar o sistema *kanban* original, sem adaptações, pois cada adaptação reduz o número e a magnitude das vantagens associadas ao sistema, pois essas vantagens são resultado de sua característica de funcionamento e não simplesmente da utilização de cartões.

Como contribuição científica deste trabalho, além das citadas anteriormente (dados do *survey* e estudos de caso), evidencia-se que, diante dos resultados obtidos, as empresas podem avaliar seu sistema produtivo e seu sistema *kanban* utilizando o procedimento proposto. Essa avaliação segue basicamente o fluxograma mostrado na figura 1. A partir dela, a empresa saberá se está utilizando o sistema *kanban* em todo seu potencial, se deve realizar alterações em seu funcionamento, ou se deve substituir a adaptação do sistema *kanban* por outro Sistema de Coordenação de Ordens. Como principal limitação da pesquisa relatada, tem-se que os resultados não podem ser generalizados, em função do uso dos métodos de pesquisa. Ainda assim, os objetivos do trabalho foram atendidos e os resultados demonstram que o sistema *kanban* possui limitações práticas.

Como consideração final, é preciso ressaltar dois pontos. Primeiramente, a pesquisa *survey* realizada não avaliou as condições atuais das empresas para utilização do sistema *kanban*. Segundo, as empresas analisadas no *survey* e nos estudos de caso possuíam conhecimento necessário para a

Quadro 4

Situação das Adaptações em Relação às Vantagens que Estão Deixando de Usufruir e em Relação à Ação que Deve Ser Tomada

Empresa	Vantagens que Estão Deixando de Usufruir	Ação a Ser Tomada
01	<ul style="list-style-type: none"> • Controle eficiente de informações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar a utilização do cartão de requisição.
02	<ul style="list-style-type: none"> • Controle eficiente dos estágios produtivos. • Facilidade na identificação da raiz de problemas produtivos. • Redução dos níveis de estoque; • Redução dos <i>lead-times</i>. • Redução de refugos e retrabalhos. • Atribuição de <i>empowerment</i> aos operadores. • Simplificação dos mecanismos de administração. • Controle eficiente de informações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir seu SCO por outro sistema mais adequado para suas condições produtivas.

implantação do sistema *kanban* original, pois eram em sua maioria grandes empresas, receberam treinamentos de consultorias como o IMAM, e algumas eram associadas da Câmara de Comércio e Indústria Japonesa do Brasil (CÔRTEZ, 1993). Portanto, as adaptações realizadas **não** foram resultantes de

falta de embasamento teórico dos responsáveis pela implantação. Os resultados do *survey* e dos estudos de caso, juntamente com as informações da pesquisa anterior, são as principais evidências da pesquisa que possibilitaram as conclusões deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, S.C. MRP, JIT, OPT, FMS? *Harvard Business Review*, v.63, n.5, p.8-16, 1985.
- BERKLEY, B.J. A review of the kanban production control research literature. *Production and Operations Management*, v.1, n.4, p.393-411, 1992.
- BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. London: Uniwin Hyman, 1989.
- CÔRTEZ, M.R. O uso do *kanban* interno em empresas industriais no Estado de São Paulo. 1993. Dissertação (Mestrado) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, São Paulo, Brasil.
- CRESWELL, J.W. *Research design: qualitative and quantitative approaches*. London: Sage, 1994.
- ESPARRAGO JR., R.A. Kanban. *Production and Inventory Management Journal*, v.29, n.1, p.6-10, 1st Quarter, 1988.
- FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.14, n.2, p.337-352, 2007.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. *International Journal of Operations e Production Management*, v.22, n.2, p.152-194, 2002.
- FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A.Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa *survey*. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo (RAUSP)*, São Paulo, v.35, n.3, p.105-112, jul./ago./set. 2000.
- FUJIMOTO, T. *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York: Oxford University Press, 1999.
- GHAURI, P.N.; GRONHAUG, K. *Research methods in business studies: a practical guide*. New York: Prentice Hall, 1995.
- JODLBAUER, H.; HUBER, A. Service-level performance of MRP, kanban, CONWIP and DBR due to parameter stability and environmental robustness. *International Journal of Production Research*, v.46, n.8, p.2179-2195, 2008.
- KOTANI, S. Optimal method for changing the number of kanbans in the e-kanban system and its applications. *International Journal of Production Research*, v.45, n.24, p.5789-5809, 2007.
- KRIEG, G.N.; KUHN, H. Performance evaluation of two-stage multi-product kanban systems. *IIE Transactions*, v.40, n.3, p.265-283, 2008.
- KRISHNAMURTHY, A.; SURI, R. Performance analysis of single stage kanban controlled production systems using parametric decomposition. *Queueing Systems*, v.54, n.2, p.141-162, 2006.
- KUMAR, S.C.; PANNEERSELVAM, R. Literature review of JIT-KANBAN system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.32, n.3-4, p.393-408, 2007.
- LAGE JUNIOR, M. *Estudo da evolução do uso do sistema kanban e suas adaptações: revisão bibliográfica, survey e estudos de casos*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. *Fundamentos de metodologia científica*. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- LIKER, J.K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MACCARTHY, B.L.; FERNANDES, F.C.F. A Multidimensional classification of production systems for the design and selection of production planning and control systems. *Production Planning e Control*, v.11, n.5, p.481-496, 2002.
- MAGEE, D. *O segredo da Toyota: lições de liderança da maior fabricante de automóveis do mundo*. São Paulo: Campus, 2008.
- MESQUITA, M.A.; CASTRO, R.L. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.15, n.1, p.33-42, 2008.
- MONDEN, Y. Adaptable kanban system helps Toyota maintain just in time production. *Industrial Engineering*, v.13, n.5, p.29-46, 1981.

REFERÊNCIAS

- MONDEN, Y. *Sistema Toyota de produção*. São Paulo: Imam, 1984.
- MOURA, R.A. *Kanban: a simplicidade do controle da produção*. São Paulo: Imam, 1992.
- OHNO, T. The origin of Toyota production system and *kanban* system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTIVITY AND QUALITY IMPROVEMENT, 1982, Tokyo. *Proceedings...* Tokyo, Japan, 1982.
- _____. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROTHER, J.; SHOOK, M. *Aprendendo a enxergar*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.
- SIPPER, D.; BULFIN JR., R.L. *Production: planning, control, and integration*. New York: McGraw-Hill, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2002.
- VOLLMAN, T.E.; BERRY, W.L.; WHYBARK, D.C. *Manufacturing planning and control systems*. New York: McGraw-Hill, 1997.
- WHITE, R.E.; PRYBUTOK, V. The relationship between JIT practices and type of production system. *Omega. The International Journal of Management Science*, v.29, n.2, p.113-124, 2001.

ABSTRACT

The evolution and evaluation of the *kanban* system in firms in the State of São Paulo

This work arises from the hypothesis that recent changes in the industrial competitive scenario lead to conditions acknowledgedly unfavorable to the use of the *kanban* system. First, by means of a survey of 30 enterprises in the State of São Paulo that implemented the *kanban* system in the 1990s, we found that *kanban* remains in use in these organizations. However, results show that none of the firms use *kanban* in its original form, as created by Toyota, any longer. Given this finding, a procedure was proposed to evaluate the use of *kanban* in industrial companies. According to this procedure, the advantages of the *kanban* system concern how it works; therefore, empirically developed adaptations result in the system no longer providing the advantages that it was originally designed to offer. The proposed procedure is illustrated by the case studies of two organizations that tested it.

Keywords: *kanban* system, adaptations, evaluation procedure.

RESUMEN

Evolución y evaluación del uso del sistema *kanban* en empresas paulistas

En este trabajo, se parte de la hipótesis de que los recientes cambios ocurridos en el escenario competitivo industrial coinciden con condiciones desfavorables al uso del sistema *kanban*. Se realizó un estudio con 30 empresas del Estado de São Paulo que implantaron el *kanban* a principios de la década de 1990. Los resultados mostraron que ninguna empresa sigue utilizando el sistema original desarrollado por Toyota. Así, se propuso un procedimiento para evaluar el uso del *kanban* en empresas industriales. De acuerdo con dicho procedimiento, las ventajas del sistema *kanban* están relacionadas con sus características de funcionamiento y, por tanto, ajustes efectuados empíricamente en empresas resultan en que el sistema deja de proporcionar las ventajas a las que fue diseñado. Se ilustra el procedimiento propuesto por medio de su aplicación en dos estudios de casos.

Palabras clave: sistema *kanban*, ajustes, procedimiento de evaluación.