



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of  
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

## CONTRIBUIÇÕES DE UM EVENTO KAIZEN PARA A PRODUÇÃO DE PAINÉIS ELETRÔNICOS AUTOMOTIVOS: UM ESTUDO DE CASO

### CONTRIBUTIONS OF A KAIZEN EVENT TO THE PRODUCTION OF AUTOMOTIVE CONTROL PANELS: A CASE STUDY

Alan de Oliveira Camargo<sup>1</sup>, Macáliston Gonçalves Da Silva<sup>2</sup>, Wagner Lourenzi Simões<sup>3</sup>

<sup>1 2 3</sup> Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Av. Farroupilha, 8001 - Prédio 14 sala 121, Bairro São José, CEP 92425-900, Canoas – RS. [alan.cmrg@gmail.com](mailto:alan.cmrg@gmail.com); [macaliston@ulbra.edu.br](mailto:macaliston@ulbra.edu.br); [wsimoes@ulbra.edu.br](mailto:wsimoes@ulbra.edu.br)

#### ARTIGO INFO.

Recebido em: 10/10/2018

Aprovado em: 17/10/2018

Disponibilizado em: 15/12/2018

#### PALAVRAS-CHAVE:

Kaizen; melhoria contínua; Sistema Toyota de Produção (STP); gestão enxuta.

#### KEYWORDS:

Kaizen; continuous improvement; Toyota Production System (TPS); lean management.

Copyright © 2018. CAMARGO, A. O.; DA SILVA, M. G. & SIMÕES, W. L. Esta obra está sob uma Licença Creative Commons, Atribuição-Uso.

\*Autor Correspondente: Macáliston Gonçalves Da Silva.

#### RESUMO

Este estudo analisa as contribuições de um evento *kaizen* em uma célula de manufatura de painéis eletrônicos automotivos. O estudo de caso descreve as práticas adotadas durante o *kaizen* em uma multinacional com planta no Brasil. Os resultados encontrados permitiram a discussão dos impactos em três dimensões norteadoras do negócio - custo, qualidade e entrega. As principais melhorias

evidenciadas estão relacionadas com o aumento de produtividade, redução do estoque em processo, redução de área ocupada, redução de estações de trabalho e redução da distância percorrida na operação. A disseminação da cultura de melhoria contínua é potencializada durante o evento. Por fim, a investigação reforça que a utilização do *kaizen* como elemento formador de força competitiva traz resultados positivos para a organização.

#### ABSTRACT

This study analyzes the contributions of a kaizen event in a manufacturing cell of automotive electronic panels. The case study describes the practices adopted during kaizen in a multinational plant in Brazil. The results allowed the discussion of impacts in three guiding dimensions of the business - cost, quality and delivery. The main improvements evidenced are related to productivity increase, reduction of work in process, reduction of occupied area, reduction of workstations and reduction of the distance covered in the operation. The dissemination of the culture of continuous improvement is enhanced during the event. Finally, the research reinforces that the use of kaizen as an element of competitive strength brings positive results for the organization.

Citação (APA): CAMARGO, A. O.; DA SILVA, M. G. & SIMÕES W. L. (2018). Contribuições de um evento *kaizen* para a produção de painéis eletrônicos automotivos: um estudo de caso. Brazilian Journal of Production Engineering, 4(4): 24-43.

## 1. INTRODUÇÃO

Na busca por níveis diferenciados de competitividade, muitas empresas adotam estratégias voltadas para melhoria de processos e produtos (GLOVER et al., 2013; NEUHAUS; DA SILVA; PACHECO, 2014). O Sistema Toyota de Produção (STP), que deu origem a filosofia *lean* (DA CAS et al., 2015), é uma abordagem utilizada por diferentes organizações nesta caminhada (e.g. DA SILVA, 2016; DE FREITAS; DA SILVA, 2017). O uso combinado de técnicas e métodos para aumentar a eficiência do sistema de produção em função da eliminação de desperdícios é central no modelo de gestão *lean* (SHAH; WARD, 2007). Pettersen (2009) e Cakmakci (2009) destacaram as seguintes práticas *lean*: *just in time* (*heijunka*, *kanban*, *takt*); *jidoka* (*andon*, *poka-yoke*, inspeção 100%); redução de recursos (*setup* rápido, redução de lotes e inventários); estratégias de melhoria (*kaizen* e círculos de melhoria).

Dentre as práticas *lean*, o *kaizen* representa a busca por melhoramento contínuo nas empresas (GLOVER et al., 2011). Eventos *kaizen* são aplicados tanto na manufatura (SUÁREZ-BARRAZA; RAMIS-PUJOL; ESTRADA-ROBLES, 2012) como em operações de serviços (BARIL et al., 2016). Um evento *kaizen* faz uso de equipe interfuncional, envolvendo a alta gerência, focada em projeto de melhoria de uma área de trabalho. Os esforços direcionados para objetivos específicos da organização vão além de expectativas em avanços técnicos, afetam o sistema social da empresa, inclusive (GARCÍA et al., 2014; GLOVER et al., 2011; MACPHERSON et al., 2015).

Existem investigações explorando fatores críticos de sucesso e benefícios para a organização associados com eventos *kaizen* (GARCÍA et al., 2014; GLOVER et al., 2011, 2013). Bem como, pesquisas acadêmicas relatam diferentes métodos e técnicas em casos de *kaizen* para a implementação efetiva de ações de melhoria (BARIL et al., 2016; MACPHERSON et al., 2015; SUÁREZ-BARRAZA; RAMIS-PUJOL; ESTRADA-ROBLES, 2012). Porém, existem oportunidades de avanço para pesquisas que relacionam os eventos *kaizen* com os objetivos de desempenho das operações, ou seja, os critérios competitivos da organização.

Este trabalho trata-se de um estudo de caso, analisando a aplicação de um evento *kaizen* em uma célula de montagem de painéis eletrônicos automotivos. O objetivo é descrever as práticas adotadas durante o *kaizen* em uma empresa brasileira que reconhece o evento como elemento formador de força competitiva. Ainda, evidenciar os principais resultados alcançados, analisar seus impactos sobre o sistema produtivo e suas relações com as dimensões estratégicas norteadoras do negócio. Este estudo pretende ampliar o foco das

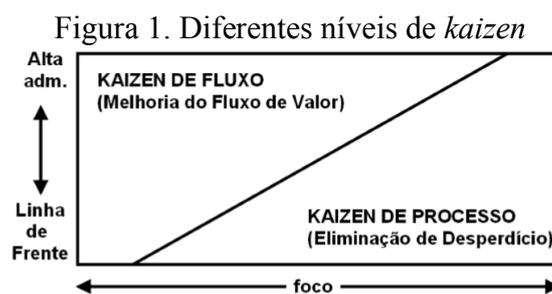
análises dos campos técnicos e sociais envolvidos em eventos *kaizen*, chegando a fronteira de implicações em indicadores estratégicos de uma organização.

Neste sentido, o artigo apresenta um breve referencial teórico sobre aspectos de um evento *kaizen*. Depois, os elementos metodológicos empregados na pesquisa. Segue com o desdobramento do caso investigado e a discussão dos resultados apurados. Por fim, a seção conclusão com as considerações finais do estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na metade do século XX, o *kaizen* (改善) surge como elemento de gestão no Japão para servir como estratégia operacional criativa para melhoria da competitividade empresarial. Na sequência, com os ganhos de *performance* gerados nas organizações, o termo *kaizen* recebe atenção mundial, tanto de gestores como de acadêmicos (SUÁREZ-BARRAZA; RAMIS-PUJOL; ESTRADA-ROBLES, 2012). Em sua evolução, o uso desta filosofia de gestão como mecanismo de implementação de conceitos *lean* recebe o nome de evento *kaizen*. Os termos "*kaizen blitz*", "*accelerated improvement workshops*", "*rapid improvement events*" e "*breakthrough event*" também são utilizados para representar o fenômeno (GLOVER et al., 2013).

Segundo Rother e Shook (2003), há dois níveis de eventos *kaizen* (Fig. 1): (i) *kaizen* de fluxo ou de sistema; (ii) *kaizen* de processo. O primeiro tem ênfase no fluxo de valor, sendo mais dirigido à alta administração. Já o segundo, possui foco nos processos individuais, mais direcionado às equipes de trabalho e liderança operacional.



Fonte - Rother e Shook (2003, p. 8).

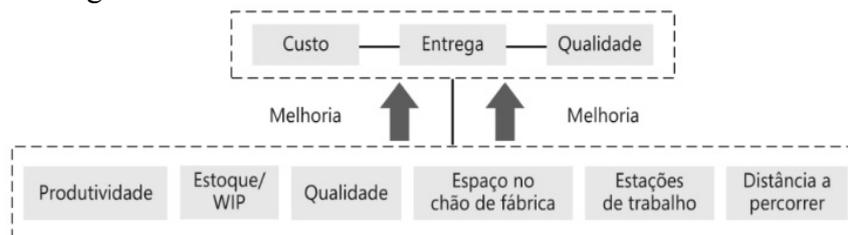
Os eventos *kaizen* com frequência combinam princípios e técnicas *lean*, tais como: troca rápida de ferramentas (TRF); mapeamento do fluxo de valor (MFV); trabalho padronizado; 5S; *takt time* (GLOVER et al., 2013; ROTHER; SHOOK, 2003). São iniciativas concentradas em melhorias de uma área limitada, alinhadas com fatores estratégicos, ocorrendo dentro de um prazo determinado, frequentemente uma semana (LARAIA; MOODY; HALL, 2009).

Três etapas fundamentais são apontadas como formadoras de um processo completo de melhoria por meio de um evento *kaizen* (LARAIA; MOODY; HALL, 2009): (i) preparação - etapa de definição dos membros da equipe e divulgação das expectativas do evento para todos os envolvidos; (ii) evento *kaizen* - é o evento em si, desde o estabelecimento das metas, treinamento de todos os participantes, análise da situação, desenvolvimento de alternativas, execução de melhorias, até o encerramento, incluindo a demonstração da mudança para todo o time usuário da operação; (iii) acompanhamento – composto pelo monitoramento das modificações, visando garantir o funcionamento de todas as alterações e a padronização por definitivo do novo processo.

Um evento *kaizen* típico é composto por uma equipe multidisciplinar de 6 a 12 membros. O time trabalha intensamente, com o objetivo de rapidamente definir, desenvolver, testar e refinar soluções para problemas encontrados, e em apenas alguns dias, modificar o processo. Este forte foco na execução é visto como diferencial em um evento *kaizen* frente outras abordagens de melhoria (LARAIA; MOODY; HALL, 2009). Atenção deve ser dada para a formação da equipe. Operadores diretos do processo em análise devem participar ativamente das atividades, desde o início, são fontes de conhecimento íntimo das operações e do produto. Mas outros especialistas são necessários na equipe, também, como da manutenção, engenheiros, gerentes, almoxarifes e talvez da administração. Reunir uma equipe diversificada potencializa o surgimento de ideias criativas ao longo dos trabalhos (ORTIZ, 2010).

A definição dos objetivos do evento *kaizen* devem contemplar as bases da filosofia *lean*, satisfazer as necessidades do cliente. Neste sentido, três norteadores de negócio tomam forma para convergência das melhorias desejadas: custo; qualidade; entrega. Logo, os trabalhos em um evento *kaizen* devem estar direcionados para a melhoria de tais norteadores do negócio. Ademais, indicadores diretamente ligados ao evento *kaizen*, entre eles, produtividade, estoque, qualidade, espaço no chão de fábrica, estações de trabalho e distância a percorrer, irão afetar positivamente ou negativamente as dimensões de custo, qualidade e entrega (ORTIZ, 2010) (Figura 2).

Figura 2. Conexão entre indicadores de um evento *kaizen*



Fonte - Ortiz (2010, p. 39).

Para Ortiz (2010), os objetivos de cada equipe *kaizen* devem se concentrar em pelo menos dois dos indicadores do evento, estando ligados diretamente com as dimensões norteadoras do negócio e percebidas pelo cliente. Os potenciais indicadores de um evento *kaizen* são:

**Produtividade** - é a relação de quantidade de produtos produzidos ou serviços realizados com o recurso consumido (ORTIZ, 2010). A produtividade é a medida da eficiência com que os recursos de entrada de um processo são transformados em saída, ou seja, quanto maior forem as saídas em relação às entradas, maior será a produtividade (CORRÊA; CORRÊA, 2017). Em relação aos impactos nos norteadores do negócio, a melhoria da produtividade irá impactar positivamente quanto menos material, componentes, mão-de-obra, tempo, processos e etapas forem necessárias, neste caso, menores serão os custos. A qualidade e a entrega melhoram seus desempenhos devido as oportunidades de menores taxas de erro e pela transformação dos produtos ficarem mais rápidas (ORTIZ, 2010).

**Estoque** - essencialmente existem três tipos de estoque: matéria-prima, produtos parcialmente acabados (WIP – *work in process* ou estoque em processo), e produto acabado. Independente do tipo de estoque, o mesmo deve ser mantido em nível mínimo (ORTIZ, 2010). O estoque pode ser entendido como o acúmulo armazenado de recursos materiais em um sistema produtivo (SHINGO, 1996). Quanto aos impactos em custo, qualidade e entrega, um nível de estoque baixo tende a reduzir o custo, e com melhores condições visuais dos problemas, pode melhorar a qualidade, também. Além disso, estoques em processo tendem a interromper o fluxo produtivo ou restringir a movimentação interna afetando as condições de entrega efetiva do produto (ORTIZ, 2010).

**Qualidade** - o conceito de qualidade na fonte é uma abordagem eficiente de produção enxuta para a dimensão qualidade (DA SILVA; SELLITTO, 2010). Este enfoque resulta em um produto final com baixa taxa de erros na produção (ORTIZ, 2010). Um elemento a ser considerado é o uso de *poka-yoke*, dispositivo a prova de erros com o objetivo de evitar a ocorrência de defeitos, tanto em processos como em produtos (SHINGO, 1996). As metas de qualidade em um evento *kaizen* podem ter foco na redução dos custos com sucateamento, com horas de retrabalho, com testes e inspeções. Isso potencializa impactos em redução de custos e melhoria nas entregas, motivados pela retidão da produção e por atendimentos de requisitos (ORTIZ, 2010).

**Espaço no chão de fábrica** - em função, principalmente, do acúmulo de itens desnecessários e *layouts* amplos, com frequência as organizações utilizam de forma inadequada seu espaço interno (ORTIZ, 2010). As definições de *layout* impactam no espaço físico ocupado devido ao

arranjo das estações de trabalho, da área utilizada, da alocação das tarefas a serem executadas no local (CORRÊA; CORRÊA, 2017). O espaço em chão de fábrica é um recurso nobre, é valioso, afeta o desempenho atual das operações e o potencial de crescimento da empresa. Equipes *kaizen* devem valorizar a redução de espaço necessário para as atividades produtivas, visando benefícios além da redução de custos com movimentação e transporte, mas incluindo a redução da necessidade de investimentos com expansão física de instalações, redução de perdas com má qualidade do produto por excesso de movimentações e maior agilidade na entrega pela concentração física (ORTIZ, 2010).

**Estações de trabalho** - independente do tipo de atividade produtiva, a quantidade adequada de máquinas, pessoas e estações de trabalho é essencial para a *performance* desejada. Em determinadas situações pode representar o redesenho da relação entre pessoas e máquinas, balanceando as operações em função da demanda existente (ORTIZ, 2010). Mas no geral, o foco é na eliminação dos desperdícios encontrados nas operações, gerando aumento da proporção de atividades que agregam valor *versus* aquelas que não agregam (SHINGO, 1996). A equipe *kaizen* deve buscar a redução da quantidade de estações de trabalho, através de ações para redução de desperdícios e consolidação dos processos com cargas adequadas de trabalho entre os operadores. As mudanças na direção da eficiência operacional tendem a contribuir com menores custos produtivos, aumento da qualidade e do índice de atendimento de entrega (ORTIZ, 2010).

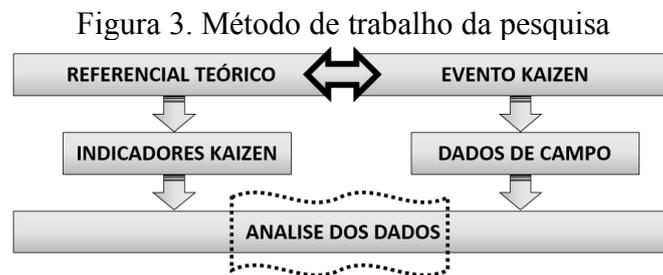
**Distância a percorrer** - considerando que a distância percorrida por produtos e/ou pessoas não adiciona valor ao produto, este desperdício deve ser reduzido o máximo possível. Longos processos produtivos, possivelmente, requerem mais pessoas no fluxo, refletem *lead times* elevados e aumentam o estoque (ORTIZ, 2010). A distância a percorrer tem relação com a melhor utilização do espaço para produzir, ou seja, com o *layout* adotado (CORRÊA; CORRÊA, 2017). O foco no exame e adequação da distância percorrida durante a produção pode afetar positivamente o custo operacional, a qualidade por diminuição da chance de falha e a entrega, já que distâncias menores levam a fluxos produtivos simplificados e mais estáveis (ORTIZ, 2010).

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é do tipo exploratória descritiva com finalidade de apoiar o desenvolvimento, o esclarecimento e a ampliação de ideias e hipóteses (ALVES-MAZZOTTI, 2006; DE MASSIS; KOTLAR, 2014). Os dados têm natureza, predominantemente, qualitativa (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007; VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Para

analisar a aplicação de um evento *kaizen* em uma célula de montagem de painéis eletrônicos automotivos é adotado como estratégia de pesquisa o estudo de caso (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007; LEVY, 2008).

Para definição da empresa objeto de estudo, alguns critérios foram avaliados e validados. Sua representação no seguimento de atuação foi o primeiro fator a ser considerado. Em seguida, a frequência de utilização da prática de eventos *kaizen*, onde esta deveria ser reconhecida como elemento formador de força competitiva na organização. Outro ponto importante verificado foi o acesso às instalações da empresa e à todas informações necessárias para desenvolvimento da pesquisa (Figura 3).



Fonte - Autores.

Inicia-se com a construção do referencial teórico a partir de pesquisa bibliográfica, servindo de apoio para condução da pesquisa de campo e análises. Uma importante entrega desta etapa é o modelo de indicadores proposto por Ortiz (2010), que é utilizado como base para o acompanhamento e discussões sobre o evento *kaizen* investigado. O protocolo de pesquisa empregado na investigação do caso é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1. Protocolo de pesquisa

Indicador	Referência	Forma de Medição	Fonte de Dados
Produtividade	Ortiz (2010)	Peça x Hora x Homem (PHH)	Sistema de apontamento de produção
Estoque		Quantidade de peças na linha de produção (WIP)	Inventário de estoque em processo
Qualidade		Proporção de rejeitos (%)	Sistema de apontamento de produção
Espaço no chão de fábrica		Medição de área ocupada (m <sup>2</sup> )	Layout da área ocupada
Estações de trabalho		Quantidade de postos de trabalho (un)	Planilha de programação e planilha de balanceamento de linha
Distância percorrida		Medição de distância percorrida por operador (m)	Layout da área produtiva e instrução de trabalho

Fonte - Autores.

A coleta de dados empíricos usa como técnicas a análise de documentos internos, a observação direta (DE MASSIS; KOTLAR, 2014; EISENHARDT; GRAEBNER, 2007) e a

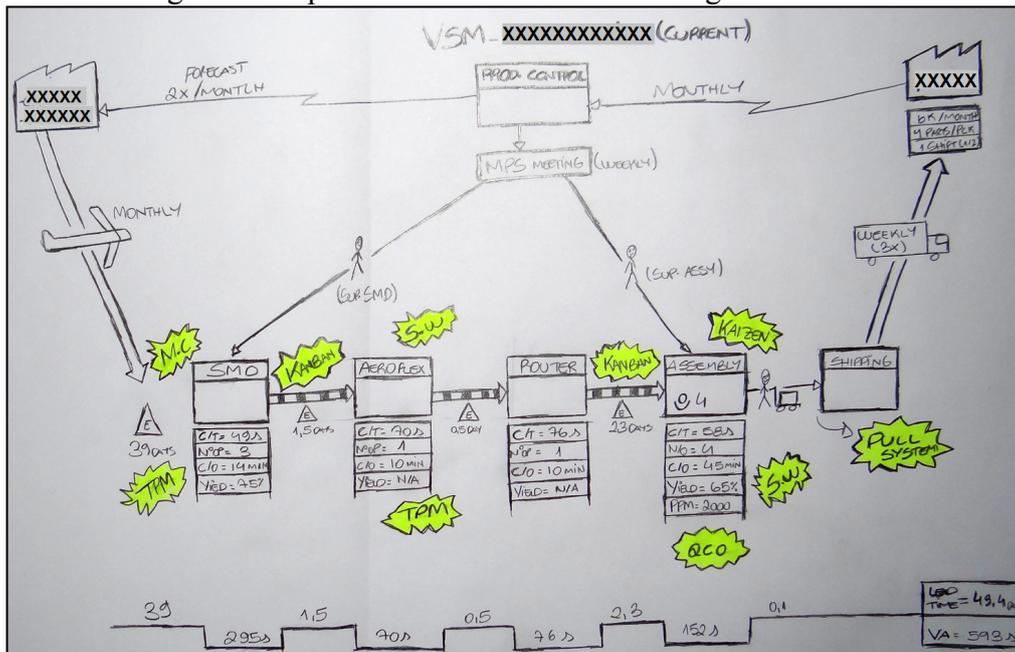
observação participante (BRYMAN et al., 2011). Com a estrutura teórica levantada e as informações de campo apuradas, a análise dos dados ocorre de forma iterativa com triangulação das evidências (LEVY, 2008; VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). Deste modo, gera-se a discussão dos resultados do caso em direção ao objetivo do trabalho. Isso permite a etapa de encerramento, onde se edita o relatório final sobre os achados de pesquisa - este artigo.

#### 4. DESENVOLVIMENTO DO CASO

O evento *kaizen* analisado foi desenvolvido em uma célula de montagem de painéis eletrônicos automotivos de uma multinacional com planta no Brasil. A unidade produtiva investigada é a divisão de eletrônicos. A indústria eletrônica tem participação ativa na evolução de tecnologias, incluindo *hardwares*, *softwares*, e até, modelos e técnicas de gestão. Similar ao ambiente encontrado em outras pesquisas (e.g. DA SILVA, 2016; DA SILVA; SELLITTO, 2010; DOS SANTOS et al., 2016; SIMÕES; DALLA VECCHIA; DA SILVA, 2015), a empresa possui produtos com curtos ciclos de vida exigindo mudanças e adequações frequentes em sua organização.

A definição de aplicação do evento *kaizen* nesta célula se deu a partir de um mapa do fluxo de valor (Fig. 4), onde foram identificados relevantes potenciais de ganho nesta etapa do processo de produção. A célula é composta por dez postos de trabalho e comporta a produção de duas famílias de produtos.

Figura 4. Mapeamento do fluxo de valor origem do *kaizen*



Fonte – Autores. Dados de pesquisa.

A definição do time de trabalho para o evento *kaizen* foi realizada de forma a compor uma equipe multidisciplinar. A equipe contou com pessoas de vários departamentos da empresa - Melhoria Contínua, Produção, Engenharia de Manufatura, Qualidade, Manutenção, Logística, PCP, Engenharia de Testes e Engenharia de Desenvolvimento. O grupo foi formado por engenheiros, técnicos, especialistas e operadores, ao todo eram 17 pessoas.

O evento foi conduzido durante uma semana de atividades. Inicia-se com uma breve introdução, todos do grupo são apresentados sendo exposto o papel e a importância de cada um. É detalhada a agenda do evento (Fig. 5) e estabelecidas as metas para a semana de trabalho. Na manhã do primeiro dia foi efetuado um treinamento sobre o sistema de manufatura da empresa e *kaizen*. Posteriormente, o time foi para o local em análise, levantou perdas existentes, propôs um plano de ações e programou o mesmo até o final da manhã de quinta-feira. Na quinta-feira à tarde o time validou as alterações executadas. Já na sexta-feira, contabilizou os ganhos e apresentou os resultados para os gestores da empresa.

Figura 5. Agenda do evento *kaizen*

Hora		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
08:15	- 09:00	Introdução	Entendendo o estado atual: - Tempos; - Balançamento; - Indicadores.	Implementação de ações propostas	Implementação de ações propostas	Verificação dos resultados e preparação da apresentação
09:00	- 10:00	VMS Overview e Kaizen				
10:00	- 11:00					
11:00	- 12:00					Apresentação para gestores
12:00	- 13:00	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço
13:00	- 14:00	Caminhada dos desperdícios	Brainstorming	Implementação de ações propostas	Validação novo processo	
14:00	- 15:00				Validação novo processo	
15:00	- 16:00	Tomada de tempos	Elaboração do plano de ações		Análise dos resultados do novo processo	
16:00	- 17:00					

Fonte - Autores.

#### 4.1 RESULTADOS INICIAIS

Durante o primeiro dia do evento, de forma quantitativa, seis métricas foram avaliadas para estabelecimento da situação atual. A compreensão da situação atual tem a contribuição de todos participantes do evento, para que posteriormente sejam definidas metas adequadas para cada uma das métricas apuradas. O envolvimento e comprometimento de todos no momento de definição do objetivo para cada uma das métricas é um fator chave para o sucesso do evento. A Tabela 1 ilustra a situação atual e os objetivos estabelecidos no evento *kaizen*.

Tabela 1. Métricas e objetivos do evento *kaizen*

Indicador	Forma de Medição	Situação Original	Objetivo
Produtividade	Peça x Hora x Homem (PHH)	14,7	21
Estoque	Quantidade de peças na linha de produção (WIP)	21	13
Qualidade	Proporção de rejeitos (%)	0,52	0,52
Espaço no chão de fábrica	Medição de área ocupada (m <sup>2</sup> )	44	40
Estações de trabalho	Quantidade de postos de trabalho (un)	4	3
Distância percorrida	Medição de distância percorrida por operador (m)	28	20

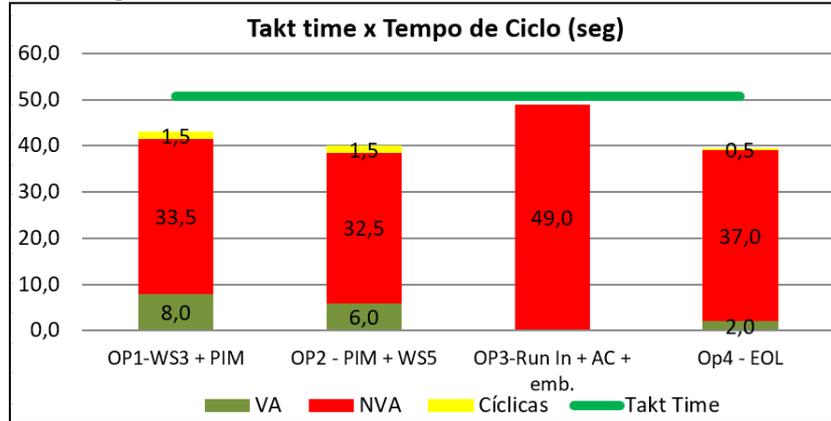
Fonte - Autores.

Na sequência, o time *kaizen* vai para a célula de produção realizar a avaliação dos desperdícios presentes em toda a operação. Nesse momento o grupo busca identificar potenciais atividades que não agregam valor ao produto. As perdas são classificadas entre os sete tipos de desperdícios discutidos em sistemas de manufatura enxuta (SHINGO, 1996). Todas as perdas verificadas foram registradas em plano de ação, com a respectiva ação proposta, responsável e data. No total foram identificadas 110 perdas, durante a semana *kaizen*, sendo 22 ações concluídas.

Durante a caminhada dos desperdícios uma perda importante observada pelo time foi a espera do operador, isso evidencia ociosidade operacional. O cálculo do *takt time* é um importante elemento para balancear a mão de obra de forma adequada, otimizando ao máximo a carga operacional através da distribuição equilibrada das atividades. O valor do *takt time* é obtido dividindo-se o tempo disponível para fabricação pela quantidade a ser produzida. No caso deste *kaizen*, o *takt time* obtido foi 51,18 segundos por produto.

Já o balanceamento é a distribuição equivalente dos esforços necessários para a produção de determinado produto. O balanceamento é obtido através da combinação das atividades da operação, buscando a equalização dos tempos de cada operação com o *takt time* estabelecido (LARAIA; MOODY; HALL, 2009). Na Figura 6 é possível observar o gráfico do balanceamento atual encontrado pelo time *kaizen*. O gráfico apresenta as informações sobre cada uma das quatro operações necessárias para montar o produto. Para cada operação foi estratificado o tempo gasto com as atividades que agregam valor (VA), as atividades que não agregam (NVA), e as atividades cíclicas. Observa-se o grande volume de perdas na operação com atividades que não agregam valor e a ociosidade dos operadores 1, 2 e 4. Com este cenário fica evidente a necessidade da eliminação de desperdícios e a definição de um novo balanceamento.

Figura 6. Balanceamento inicial da célula em análise



Fonte - Autores.

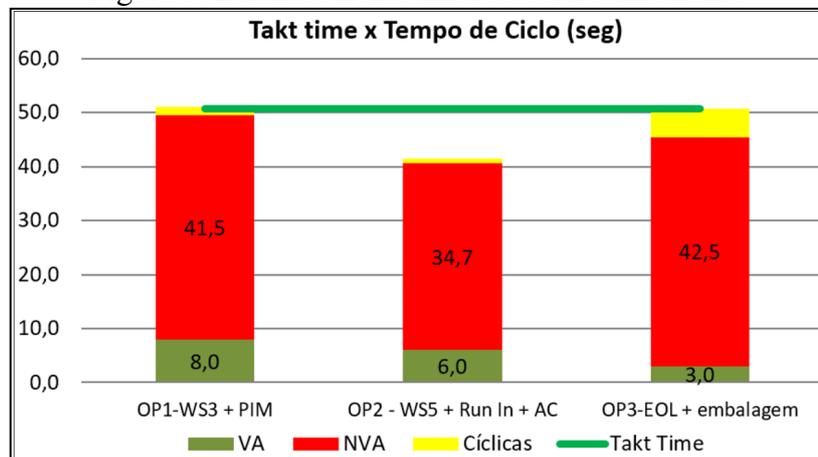
#### 4.2 RESULTADOS FINAIS

Durante o evento *kaizen* diversas melhorias foram realizadas, algumas relativamente simples, e outras de média complexidade. Entre o conjunto de esforços de mudanças estão: redução da movimentação do operador; melhoria ergonômica no posto de trabalho; novo *layout*; redução no transporte de peças; modificações físicas em equipamentos, bancadas e postos.

Uma modificação de impacto foi a redução de um operador. Antes eram necessários quatro operadores na célula de produção, após a melhoria são necessários apenas três operadores. O retorno financeiro a partir da redução de mão de obra foi estimado em R\$30.000,00 por ano, calculado a partir do custo mensal de um operador de montagem multiplicado por doze meses.

A Figura 7 apresenta o novo balanceamento, viabilizado a partir da eliminação e redução de diversas perdas que estavam presentes na célula. No gráfico é possível observar que ainda existe uma quantidade elevada de carga de atividades que não agrega valor ao produto, evidenciando que novas rodadas de *kaizen* devem acontecer, seguindo a lógica de melhoria contínua.

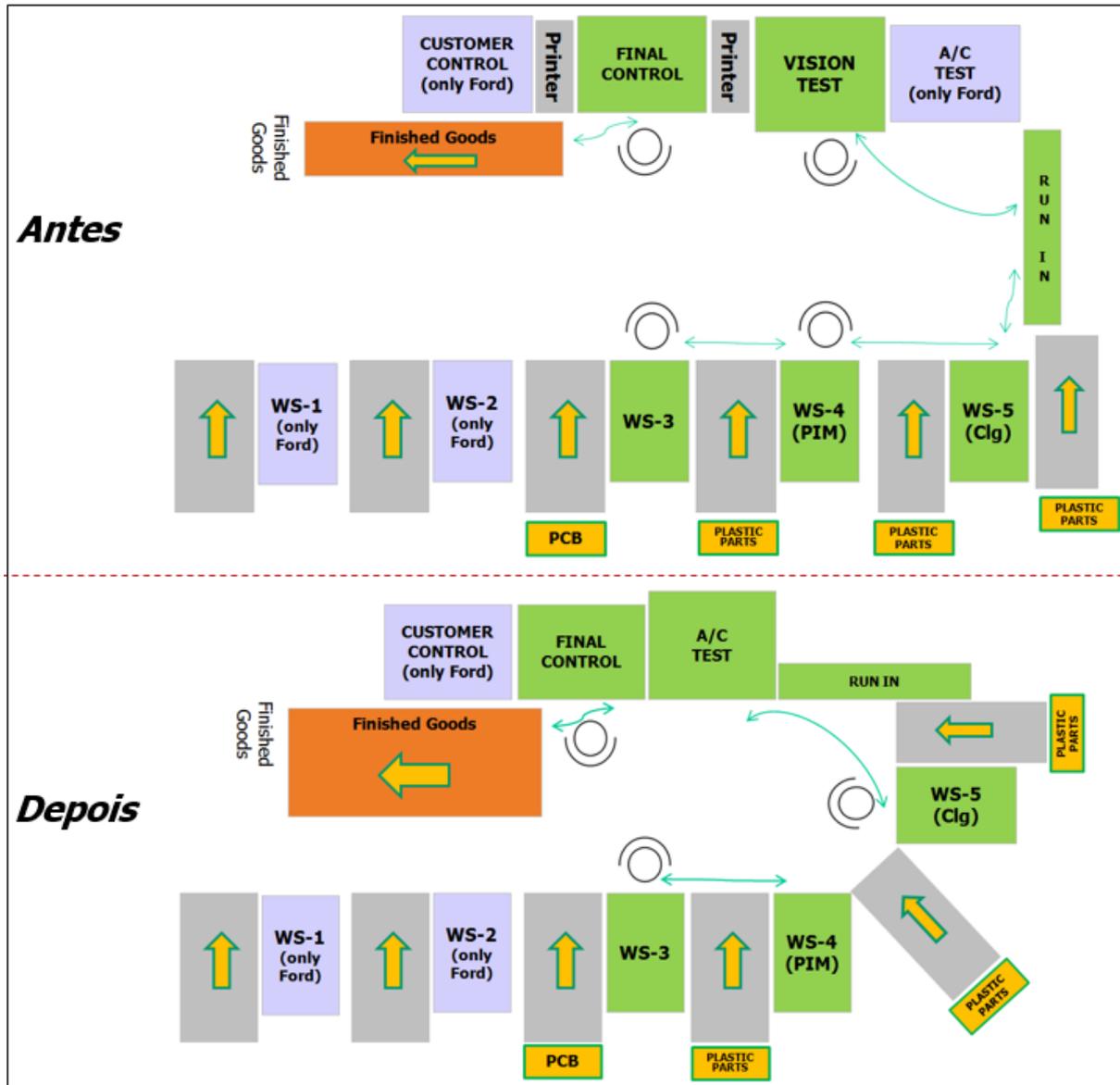
Figura 7. Balanceamento final da célula em análise



Fonte - Autores.

A redução do espaço utilizado na fábrica foi outra melhoria de impacto. No total foram desocupados 8 m<sup>2</sup> de área, a célula passou a ocupar 36 m<sup>2</sup>. A mudança de *layout* partiu da necessidade de redução das perdas e a necessidade de balanceamento, onde se buscou a melhor disposição das máquinas e equipamentos de acordo com a combinação das atividades e o menor espaço possível dentro da célula. A Figura 8 ilustra os layouts antes e depois do evento *kaizen*.

Figura 8. *Layout* da célula em análise



Fonte - Autores.

Além da redução de uma operação e do espaço utilizado pela célula, outras melhorias foram obtidas. A Tabela 2 apresenta os resultados alcançados.

Tabela 2. Resultados do evento *kaizen*

Indicador	Forma de Medição	Situação Original	Objetivo	Situação Final	Diferença
Produtividade	Peça x Hora x Homem (PHH)	14,7	21	20	+ 36%
Estoque	Quantidade de peças na linha de produção (WIP)	21	13	13	- 38%
Qualidade	Proporção de rejeitos (%)	0,52	0,52	0,52	0%
Espaço no chão de fábrica	Medição de área ocupada (m <sup>2</sup> )	44	40	36	- 18%
Estações de trabalho	Quantidade de postos de trabalho (un)	4	3	3	- 25%
Distância percorrida	Medição de distância percorrida por operador (m)	28	20	18	- 35%

Fonte - Autores.

#### 4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os objetivos de um evento *kaizen* devem estar direcionados para a melhoria dos norteadores do negócio (ORTIZ, 2010): custo; qualidade; entrega. Para avaliar os resultados do *kaizen*, indicadores de um nível mais diretamente ligados ao evento são definidos, onde estes impactam de maneira positiva ou negativa os norteadores do negócio. Tais indicadores sugeridos são (ORTIZ, 2010): (i) produtividade; (ii) estoque em processo; (iii) qualidade; (iv) espaço no chão de fábrica; (v) estações de trabalho; (vi) distância percorrida. Na sequência são analisados os resultados obtidos em cada uma destas métricas.

##### 4.3.1 PRODUTIVIDADE

A produtividade foi um importante ganho obtido com a aplicação do *kaizen*. A melhoria nesta métrica foi de 36%, passando-se a produzir 20 peças por operador a cada hora. A produtividade impactou diretamente em um dos norteadores do negócio, o custo. A redução de custo com aumento da produtividade foi de aproximadamente R\$30.000,00/ano, através da redução da necessidade de mão de obra para montagem da mesma quantidade de produtos na célula de produção.

As dimensões norteadoras qualidade e entregas não foram impactadas de forma relevante a partir da melhoria da produtividade. As proporções de rejeito mostram a mesma média após as modificações e a entrega não sofreu mudança com a amostragem após o *kaizen*. Observando de forma qualitativa, pode se assumir que se tem uma melhor condição preventiva nos aspectos qualidade e entrega, pois as chances de falha diminuíram, uma vez

que na nova condição a célula tem um processo mais enxuto, rápido e com menos manipulação.

A redução da necessidade de um operador foi viabilizada a partir da eliminação e redução de inúmeras perdas presentes na célula. Dentre as principais perdas observadas que justificavam um operador a mais, estão a movimentação do operador e o excesso de processamento. A célula tinha um *layout* considerado inadequado. Um exemplo simples que sintetiza esta perda são as impressoras de etiqueta de produto acabado. As impressoras estavam posicionadas entre uma estação e outra, aumentando em 0,9 metros a distância entre os postos. Nesse caso, foram colocadas sobre a bancada do operador, reduzindo a movimentação e melhorando a condição ergonômica. A perda por excesso de processamento foi observada em diversos postos de trabalho. Por exemplo, onde o operador efetuava a limpeza com pistola de ar desnecessariamente. A máquina exigia que a limpeza fosse executada, mas os níveis de sujeira no produto já haviam sido eliminados através da alteração na embalagem, em outro trabalho executado anteriormente. Como resultado, a limpeza foi eliminada.

#### 4.3.2 ESTOQUE EM PROCESSO

O estoque em processo foi reduzido em 38% com a nova condição da célula de produção. No total ficam em processo 13 produtos, entre submontagens e produtos já montados no teste de rodagem (*Run in*), teste automático (AC – *Automatic Control*), e teste funcional (EOL – *End of line*). A mudança foi viabilizada a partir da eliminação dos espaços excedentes, onde acabavam sendo produzidos e armazenados itens entre os postos de trabalho, assim como, com a desativação de seis posições no teste de rodagem do produto. O teste de rodagem é executado automaticamente, o operador somente posiciona o produto em uma posição de teste e aciona a alimentação elétrica do produto, este fica em modo funcionamento por 6 minutos. A eliminação das posições do teste de rodagem foi definida a partir de um cálculo de capacidade do teste, sendo observado que para atender a demanda de 300 peças por dia eram necessários somente sete posições de teste. Considerando possíveis perdas de *performance* e disponibilidade do teste, a equipe optou por nove posições de teste ativas.

Com a redução do estoque em processo, o custo, a qualidade, e a entrega foram impactados. A dimensão custo pela redução de produtos dentro da célula de produção, o que pode ser traduzido em termos financeiros, mas não exposto nesta publicação por questões de sigilo. A qualidade e a entrega podem ser consideradas melhoradas em termos preventivos, já que, com menos produtos na linha, se torna mais evidente qualquer anormalidade existente e não são

gerados pontos de acúmulos de peças, podendo levar a queda de fluidez no processo e eventuais problemas de entrega.

#### 4.3.3 QUALIDADE

A qualidade, diretamente, não foi um foco da equipe *kaizen*. O objetivo nesta métrica era manter a proporção atual de rejeitos na produção. O nível de qualidade se manteve, neste caso, 0,52% de rejeitos. Mesmo sem grandes ações com foco em qualidade, a mesma se mostrou estável com todas as demais alterações. O resultado pode ser melhor compreendido a partir de um entendimento detalhado da forma como são realizadas as operações em cada uma das etapas do processo de montagem do produto. A célula de produção possui um elevado nível de automação e dispositivos a prova de erro. Em todas as operações de montagem a máquina orienta o operador através de um monitor a sequência de montagem, indicando cada componente que deve ser pego e seu respectivo local de montagem. Além da orientação, a máquina verifica se a sequência foi atendida e se a montagem foi bem executada, através de sensores e chaves elétricas de final de curso. O produto também é outro ponto forte no aspecto qualidade, pois o mesmo interage com os equipamentos. O produto possui posições definidas em sua memória virtual, para que sejam gravadas informações da manufatura do produto e verificações funcionais. Através de um banco de dados exclusivo da montagem, as informações gravadas no banco de dados e no produto são cruzadas, impedindo que o produto siga adiante sem que todos os requisitos de montagem sejam atendidos. Além de funcionar como um sistema a prova de erros, esta condição permite rastreabilidade do produto em qualquer momento de sua vida útil.

A proporção de rejeitos de 0,52% encontrada na célula de produção deve-se quase que em sua totalidade, as falsas falhas geradas no teste automático (AC – *Automatic Test*). O AC efetua diversas verificações, incluindo testes ópticos, e por limitação do equipamento há falsas falhas. Esta situação é conhecida e não foi abordada neste evento *kaizen* por já possuir um projeto específico de análise em processo.

#### 4.3.4 ESPAÇO NO CHÃO DE FÁBRICA

O espaço ocupado no chão de fábrica foi reduzido em 18%, a célula passou a ocupar 36 m<sup>2</sup>. O espaço necessário foi reduzido em função dos esforços na eliminação dos espaços existentes entre postos de trabalho, já citado. Outro fator que contribuiu consideravelmente foi à redução no número de posições no teste de rodagem. Com a nova postura viabilizou-se um *layout* onde as posições não utilizadas ficassem isoladas. O comprimento do teste de rodagem é de 2,4 metros, e com a redução de 6 posições de teste, o comprimento útil ficou em 1,44 metros.

O espaço no chão de fábrica não era considerado um fator de grande relevância no momento do estudo para a empresa. A fábrica conta com 2000 m<sup>2</sup> de área ociosa, aguardando novos negócios. Ainda assim, se faz importante esta redução devido ao impacto na movimentação dos operadores e no transporte de produtos, que em uma ocupação de área maior agravaria estas perdas.

#### **4.3.5 ESTAÇÕES DE TRABALHO**

Com a execução do *kaizen* foi possível reduzir uma estação de trabalho. Antes eram necessárias quatro estações de trabalho, agora apenas três. A métrica número de estações de trabalho acaba por impactar a produtividade, já que a produtividade é definida pela relação entre o número de recursos utilizados e a quantidade de unidades produzidas. Neste caso, esta relação foi positiva, a redução de uma estação não afetou a capacidade de produção da célula. Pode-se nomear dois principais fatores que contribuíram para redução de uma estação de trabalho: (i) a redução e eliminação de perdas presentes na célula e (ii) o balanceamento da mão de obra.

#### **4.3.6 DISTÂNCIA PERCORRIDA**

A distância a percorrer medida em metros lineares foi reduzida em 35%, resultado da soma das distâncias percorridas por cada operador. Na montagem de um produto após o evento *kaizen* o deslocamento ficou em 18 metros, antes eram necessários 28 metros. As distâncias avaliadas no *kaizen* são relativas à movimentação do operador, não levam em consideração a distância percorrida pelo produto dentro da linha. Está é uma prática adotada dentro dos eventos *kaizen* realizados na empresa em questão.

Esta métrica está intimamente ligada à dimensão custo, pois a redução de distância melhorou os tempos de ciclo com a redução da perda de movimentação do operador, apoiando a viabilidade do balanceamento alcançado. As dimensões qualidade e entrega, observando de forma preventiva, podem assumir um melhor nível de estabilidade no processo com as distâncias menores, pois menores serão as variações, inclusive do tempo de ciclo.

### **5. CONCLUSÃO**

O evento *kaizen* pesquisado em uma célula de montagem de painéis automotivos mostrou-se efetivo no processo de melhoria contínua na empresa objeto de estudo. Com a aplicação do *kaizen* uma série de desperdícios foi eliminada durante apenas uma semana de trabalho.

A pesquisa efetuada na literatura destacou a importância de aplicação de métricas para análise de eventos *kaizen*, e essas métricas devem estar ligadas a dimensões norteadoras do negócio,

neste caso, custo, qualidade e entrega. O evento aqui pesquisado mostrou impactos nas três dimensões, no entanto, o custo ficou mais evidente com demonstrações de ganho financeiro, a qualidade e a entrega obtiveram ganhos, porém graduados de forma qualitativa, considerando o período de resposta às mudanças e efeitos potenciais.

Durante o evento um fator de destaque observado foi o espírito de equipe e a motivação que todos componentes da equipe empregaram. O contexto proposto pelo evento *kaizen* com uma semana de imersão em projetos de melhorias, a autonomia da equipe, o forte foco na execução e o reconhecimento da equipe ao final do evento são fatores que colaboram para tal acontecimento. Julga-se que o sucesso dos resultados do evento depende, ou é influenciado por estes aspectos. A composição de uma equipe multidisciplinar é outro ponto salientado para a efetividade do evento. As diversas perspectivas, em um evento dinâmico como este, acabam por compor soluções diferenciadas, onde pontos de vista mais isoladamente observados não o fariam. No *kaizen* pesquisado a equipe foi composta por integrantes de todas as áreas afetadas, direta ou indiretamente. A condução do evento *kaizen* buscou criar um ambiente em que todos tivessem a mesma importância e sentissem confortáveis para contribuir em todos os pontos. Contudo, a participação direta do cliente final não foi evidenciada no evento *kaizen*, uma lacuna para ser atendida em outras oportunidades.

A investigação reforça que a utilização do evento *kaizen* como elemento formador de força competitiva traz resultados positivos para o sistema produtivo da empresa. Na pesquisa ficaram evidenciados os diversos benefícios de sua aplicação. Além dos benefícios diretamente ligados ao evento, a disseminação da cultura de melhoria contínua acontece de forma marcante com os participantes e envolvidos, potencializada pelo entendimento dos conceitos, pela aplicação prática e pela visualização de resultados. Este formato aplicado repetidamente tende a apoiar a formação e consolidação da cultura de melhoria contínua em toda a organização. Cabe salientar que em função da metodologia adotada os resultados alcançados estão limitados ao objeto de estudo. Porém, com outras investigações semelhantes podem-se ampliar as considerações sobre os achados deste trabalho. Sendo assim, futuros caminhos de pesquisa neste sentido são sugeridos.

## REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637–651, 2006. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/cp/v36n129/a0736129.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018.

BARIL, C. et al. Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in

healthcare. **European Journal of Operational Research**, v. 249, n. 1, p. 327–339, 2016.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.08.036>>. Acesso em: 18 out. 2018.

BRYMAN, A. et al. **Business Research Methods: Canadian Edition**. Toronto: Oxford University Press, 2011. 624 p. ISBN 0195430298.

CAKMAKCI, M. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction - SMED in the automobile industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 41, n. 1–2, p. 168–179, 2009. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>>. Acesso em: 18 out. 2018.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações - manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2017. 632 p. ISBN 8597012382.

DA CAS, F. et al. Implicações da redução de setup na produtividade da indústria farmacêutica. **Revista GEINTEC**, v. 5, n. 1, p. 1764–1779, mar. 2015. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/431>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DA SILVA, M. G. Jidoka: Conceitos e aplicação da autonomia em uma empresa da indústria eletrônica. **Espacios**, v. 37, n. 2, p. 17, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/16370218.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DA SILVA, M. G.; SELBITTO, M. A. Impactos da autonomia em sistemas produtivos: análise com apoio da árvore da realidade atual. **Revista Gestão Industrial**, v. 6, n. 1, p. 199–216, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482010000100010>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DE FREITAS, E. S.; DA SILVA, M. G. Pesquisa-ação sobre a implementação do trabalho padronizado em uma célula de manufatura de uma fábrica de tratores. **Espacios**, v. 38, n. 46, p. 21, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n46/17384621.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DE MASSIS, A.; KOTLAR, J. The case study method in family business research: Guidelines for qualitative scholarship. **Journal of Family Business Strategy**, v. 5, n. 1, p. 15–29, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2014.01.007>>. Acesso em: 18.10.18.

DOS SANTOS, A. R. et al. Implicações da gestão de fornecedores no ambiente de desenvolvimento simultâneo tridimensional de suprimentos. **Espacios**, v. 37, n. 15, p. 7, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n15/16371507.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

em: 18 out. 2018.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: Opportunities and challenges. **Academy of Management Journal**, v. 50, n. 1, p. 25–32, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GARCÍA, J. L. et al. Human critical success factors for kaizen and its impacts in industrial performance. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 70, n. 9–12, p. 2187–2198, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00170-013-5445-4>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GLOVER, W. J. et al. Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 132, n. 2, p. 197–213, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.005>>. Acesso em: 18 out. 2018.

GLOVER, W. J. et al. Characteristics of established kaizen event programs: An empirical study. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 33, n. 9, p. 1166–1201, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2011-0119>>. Acesso em: 18 out. 2018.

LARAIA, A. C.; MOODY, P. E.; HALL, R. W. **Kaizen Blitz - Processo para alcance da melhoria contínua nas organizações**. São Paulo: Hemus, 2009. 256 p. ISBN 8562953016.

LEVY, J. S. Case studies: Types, designs, and logics of inference. **Conflict Management and Peace Science**, v. 25, n. 1, p. 1–18, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/07388940701860318>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MACPHERSON, W. G. et al. Kaizen: a Japanese philosophy and system for business excellence. **Journal of Business Strategy**, v. 36, n. 5, p. 3–9, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JBS-07-2014-0083>>. Acesso em: 18 out. 2018.

NEUHAUS, C. A.; DA SILVA, M. G.; PACHECO, D. A. DE J. Implicações de Manufacturing Execution Systems na gestão da qualidade industrial. **Revista GEINTEC**, v. 4, n. 5, p. 1489–1500, 2014. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/432>>. Acesso em: 19 out. 2018.

ORTIZ, C. A. **Kaizen e implementação de eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 168 p. ISBN 8577806987.

PETTERSEN, J. Defining lean production: Some conceptual and practical issues. **TQM**

**Journal**, v. 21, n. 2, p. 127–142, 2009. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1108/17542730910938137>>. Acesso em: 19 out. 2018.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 102 p. ISBN: 8588874024.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>>. Acesso em: 19 out. 2018.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p. ISBN: 8573071699.

SIMÕES, W. L.; DALLA VECCHIA, R.; DA SILVA, M. G. Proposição de um modelo de otimização para programação da produção em Sistema Flexível de Manufatura (FMS) com tempos de setup dependentes da sequência: a combinação de esforços em sequenciamento e tempos de preparação na indústria eletrônica. **Produto & Produção**, v. 16, n. 1, p. 81–99, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1983-8026.50034>>. Acesso em: 19 out. 2018.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; RAMIS-PUJOL, J.; ESTRADA-ROBLES, M. Applying Gemba-Kaizen in a multinational food company: A process innovation framework. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v. 4, n. 1, p. 27–50, 2012.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/17566691211219715>>. Acesso em: 19 out. 2018.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/01443570210414329>>. Acesso em: 19/10/2018.