



Operacionalização da metodologia Kaizen a fim de otimizar o desempenho organizacional: um enfoque na gestão de processos em uma indústria eletrônica

Operationalization of the Kaizen methodology to improve organizational performance: a focus on the process management in an electronic industry

Roberta Fernanda Godoy¹

Igor Polezi Munhoz²

Gabriel Gomes de Oliveira³

Maria Thereza de Moraes Gomes Rosa⁴

Míriam Tvrzská de Gouvêa⁵

Alessandra Cristina Santos Akkari⁶

Resumo

Devido ao ambiente altamente dinâmico e competitivo em que estão inseridas, as organizações são conduzidas a repensar processos e estratégias, prezando pela melhoria

¹ Bacharel em Engenharia de Produção com ênfase em Lean Manufacturing, Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Avenida Brasil 1220, Jardim Guanabara, Campinas – SP, CEP: 13073148. E-mail: roberta.godoy@flex.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3476-5653>

² Mestre em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - Câmpus Pirituba, Av. Mutinga 951, Jardim Santo Elias, São Paulo - SP, CEP: 05110-000. E-mail: igor.munhoz@ifsp.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5578-3442>

³ Doutor em Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Avenida Albert Einstein, Cidade Universitária, Campinas - SP, CEP 13083-852. E-mail: ggomes@unicamp.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7164-2068>

⁴ Doutora em Engenharia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Avenida Brasil 1220, Jardim Guanabara, Campinas – SP, CEP: 13073-148. E-mail: maria.rosa@mackenzie.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9673-9659>

⁵ Doutora em Engenharia Química, Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Rua da Consolação 896, Prédio 6, Consolação, São Paulo - SP, CEP 01302-907. E-mail: miriamtg_br@yahoo.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6568-2634>

⁶ Doutora em Biosistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSul) - Câmpus Sapiranga, Av. Carlos Gilberto Weis 155, Quatro Colônias, Sapiranga - RS, CEP: 93804-870. E-mail: alessandramunhoz@ifsul.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5376-7972>

contínua sob diferentes perspectivas. Esse artigo objetivou aplicar e diagnosticar o potencial de um modelo de melhoria em uma linha de embalagem de uma empresa de manufatura de eletrônicos, empregando a metodologia Kaizen. Para tanto, por meio de um estudo exploratório e descritivo, de natureza aplicada e abordagem de estudo de caso único, desenvolveu-se o mapeamento de processos e layout, identificando sete ofensores que foram tratados individualmente. A partir da mudança de arranjo físico, aumento de 25% na produtividade, redução de 55,4% do tempo ocioso e diminuição de 88% nas falhas e retrabalhos, o modelo proposto apresentou-se como uma alternativa para otimização de processos produtivos. Esse artigo contribui com uma proposta de sistematização e operacionalização do conceito de melhoria contínua a fim de aprimorar os indicadores de uma organização.

Palavras-chave: Kaizen. Produtividade. Melhoria Contínua. Manufatura.

Abstract

Due to the highly dynamic and competitive environment, organizations are driven to rethink processes and strategies, valuing continuous improvement from different perspectives. This article aimed to apply and diagnose the potential of an improvement model in a packaging line of a manufacturing company, using the Kaizen methodology. Therefore, through an exploratory and descriptive study, of an applied nature and a single case study approach, the mapping of processes and layout was developed, identifying seven offenders which were treated individually. From physical arrangement change, 25% increase in productivity, 55.4% reduction in downtime and 88% decrease in failures and rework, the proposed model presented as an alternative to optimize production processes. This article contributes to a proposal for systematization and operationalization of the concept of continuous improvement in order to improve the indicators of an organization.

Keywords: Kaizen. Productivity. Continuous Improvement. Manufacturing.

Introdução

Diferentes empresas ao redor do mundo vêm passando por desafios em consequência das crises econômicas, fazendo com que estas busquem novas oportunidades de negócio e estratégias para obterem maior lucro e ganho de parcela de mercado (da Silva, Cavalcanti, & Lima, 2019; Sundararajan & Terkar, 2022). Ademais, o ambiente em que as organizações

estão inseridas é altamente dinâmico e mutável, forçando as organizações a se adequarem constantemente às novas práticas e necessidades do consumidor (Fontes & Loos, 2017).

Segundo Sutari (2015), na atual realidade de mercado vivenciada pelas organizações, o cenário empresarial caracteriza-se pela intensa competitividade. Para uma empresa ter sucesso no seu empreendimento, deve procurar formas de obter vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes e, para isso, precisa se adequar ao processo de globalização.

Em decorrência desse novo ambiente empresarial, no qual se tem uma concorrência acirrada em nível global, as organizações foram conduzidas a repensar seus processos operacionais e suas estratégias como forma de assegurar sua permanência nos mercados atuantes. Essa competitividade decorre, principalmente, da internacionalização do mercado e do crescimento das inovações tecnológicas, assim como da escolha de modelos estratégicos de gestão dentro da organização. Deste modo, as empresas necessitam adotar planos e métodos para garantirem sua sobrevivência (Soosay et al., 2016).

Logo, as estratégias empresariais devem ir além da garantia da qualidade do produto e da melhoria contínua, de modo que é preciso uma nova adoção de processos que permita a redução de custos e desperdícios (Pakes et al., 2022). Como afirmado por Chang e Cheng (2003), o nível de competitividade empresarial e industrial têm imposto novos padrões organizacionais em busca da sustentabilidade do negócio, aspectos econômicos, aspectos ambientais, processos operacionais e desempenho. A melhoria destes quesitos potencialmente resulta em uma vantagem competitiva para as organizações.

Um das abordagens para as organizações aumentarem a sua produtividade e reduzirem os custos é a *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), que surgiu a partir do Sistema Toyota de Produção, no Japão (Hines, Holweg, & Rich, 2004). De acordo com Tayaksi, Sagnak, & Kazancoglu (2020), essa estratégia tem como objetivo principal aumentar a eficiência de produção por meio da eliminação de desperdícios, sendo uma filosofia de gestão que vem sendo continuamente adaptada em diferentes setores industriais.

Um dos princípios mais empregados para diminuição de desperdícios refere-se à metodologia japonesa *Kaizen*, originada de duas palavras “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa para melhor, ou seja, mudar para melhor, a qual possibilita contínuas melhorias na organização. Os eventos de melhoria contínua oferecem às organizações circunstâncias para se efetuarem mudanças de uma maneira rápida, por meio da aplicação de diferentes ferramentas, fazendo com que as melhorias acompanhem as modificações nos contextos econômicos e sociais (Junker, 2010).

Essa metodologia busca reunir pessoas de diferentes áreas da empresa, principalmente os colaboradores da produção, para propor melhorias incrementais e contínuas, com baixo custo de implantação e tempo mínimo. Também, conta com alguns princípios que contribuem para a geração de um ambiente onde todos se motivem a pesquisar os problemas e identificar alternativas de soluções, permitindo que seja desenvolvido um espírito de melhoria contínua em todos os participantes (Knechtges & Decker, 2014).

Diante disso, a metodologia japonesa *Kaizen* vem crescendo cada vez mais dentro das organizações, com o significado de *mudar para a melhor* e envolver todos da empresa, desde operadores do chão de fábrica até os gerentes (Sundararajan & Terkar, 2022). As vantagens relatadas na literatura a partir da realização do evento *Kaizen* são várias, englobando aumento da qualidade dos produtos, aumento da produtividade, redução dos desperdícios, interação entre os integrantes da equipe e, conseqüentemente, aumento da satisfação dos clientes (Smadi, 2009; Vivan, Ortiz, & Paliari, 2016).

Neste contexto, o presente artigo objetivou desenvolver e diagnosticar o potencial de um modelo de melhoria em uma grande indústria de manufatura de produtos eletrônicos, empregando a metodologia Kaizen a fim de mapear os principais ofensores do processo produtivo e aplicar otimizações. Para tanto, por meio de um estudo exploratório e descritivo, de natureza aplicada e a partir de uma abordagem de estudo de caso único, a principal contribuição desse artigo refere-se a propor um caminho prático a ser aplicado em indústrias a fim de permitir melhorias de seus indicadores sob o espectro da melhoria contínua de processos, possibilitando a sistematização e a operacionalização das ações de identificação de problemas e desenvolvimento de melhorias.

Sistema Toyota de Produção

A melhoria contínua dos processos é um dos princípios que conformam o fundamento do Sistema *Toyota* de Produção (STP) ou *Toyota Production System* (TPS).

Segundo Menegon, Nazareno e Rentes (2003) o STP foi desenvolvido ao longo de mais de 30 anos, pela *Toyota Motors Company*, com o objetivo de aumentar o lucro, reduzindo os desperdícios e os custos. É um forte sistema de gerenciamento da produção, desenvolvido no período pós Segunda Guerra Mundial do Japão. A *Toyota* despertou o interesse mundial pelo seu sistema de produção, pois foi a empresa que teve maior capacidade em sair da recessão econômica e da crise do petróleo, tornando sua prática muito mais viável do que a utilizada na época, dando início a era Produção *Lean*. Isso tudo teve início quando seus

criadores, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, foram visitar os Estados Unidos e concluíram que o principal problema do modelo Ford, reinante naquele momento, era o desperdício de recursos, culminando no surgimento de dois princípios importantes: a eliminação de desperdícios e a fabricação com qualidade.

O princípio da fabricação com qualidade tinha como finalidade a produção zero defeito, já a eliminação de desperdícios tinha como propósito o envolvimento do chão de fábrica e seu objetivo principal era reduzir o que não agregava valor ao produto final. Dois pilares com essencial importância para esse sistema e sustentado por eles são os conceitos de: *Jidoka* (automação do processo industrial, que seria a automação com um toque humano) e *Just In Time* (JIT). O primeiro propõe ao operário ou à máquina a autonomia de parar a produção quando qualquer irregularidade vier acontecer. Já o segundo conteúdo é um fluxo contínuo, onde os itens necessários à montagem chegam à linha de produção no exato momento em que são pedidos e exatamente na quantidade necessária (Jayaram, Das, & Nicolae, 2010).

Conforme dito por Hanashiro e Cleto (2007) no STP existem duas abordagens nas soluções dos problemas. A primeira abordagem abrange a inovação, com a utilização da tecnologia mais recente e de menor custo, incluindo computadores e ferramentas de ponta. A segunda abordagem envolve ferramentas de baixo custo, lista de verificação, esforços e o bom senso, para os quais não se precisa de muitos recursos. Contudo, essa segunda abordagem inicia-se com o *Kaizen*, sendo este feito no chão de fábrica, exatamente onde precisa ser executada a melhoria. O chão de fábrica também é conhecido como *Gemba*, em japonês, cujo significado é o local de trabalho onde são fabricados os produtos.

Antes do STP, o desperdício era visto como algo comum à produção, porém a filosofia *Toyota* diz que custos advindos de desperdícios, perdas e retrabalhos deveriam ser completamente eliminados, considerando-se apenas os que são realmente necessários à produção. O ponto crucial era fabricar mais, porém com o máximo de economia de recursos possíveis, para que depois que, reduzidos os desperdícios, fosse possível dedicar-se em agregar valor ao produto final (Knechtges & Decker, 2014).

Melhoria contínua e a filosofia Kaizen

A melhoria contínua tem sido a ação utilizada por várias empresas que tem por objetivo melhorar o desempenho, a qualidade, a rapidez dos processos e os custos, sendo no produto ou serviço da organização, ou então nos seus processos internos. Essa filosofia vem sendo

cada vez mais utilizada, principalmente pelo fato do aumento da competição global entre as organizações. Contudo, esse sistema é resultado de um processo de estudo dentro da organização e que requer o engajamento das pessoas relacionados com a melhoria (Lizarelli & Toledo, 2016).

Hambach, Kummel e Matternich (2017) sugerem que para haver garantia na prática da melhoria contínua por todos os colaboradores são necessários quatro pontos, sendo entendimento, competência, habilidade e comprometimento. Primeiramente, é necessário que todos os participantes tenham entendimento do “porquê” a melhoria é importante na companhia e como cada um contribuirá nesse projeto. Em segundo e terceiro, respectivamente, os indivíduos precisam contar com competências e conhecimentos para que possam solucionar cada problema durante o processo de melhoria, proporcionando ideias e sugestões. Finalmente, é fundamental que as pessoas estejam comprometidas com o programa para que possam estar sempre melhorando os processos.

De acordo com o Gonzalez e Martins (2007), a conceituação sobre melhoria contínua segue a evolução da qualidade, isto é, o que antes era concentrado nas necessidades da fábrica e operacionais, passou a buscar a qualidade total, beneficiando a gestão por processos e, principalmente, as ações de melhoria que eram desenvolvidas por toda a organização.

No âmbito da melhoria contínua, destaca-se a metodologia Kaizen que se refere à filosofia sobre a melhoria dos processos de engenharia, manufatura, apoio aos processos de gestão e de negócios, envolvendo todos os profissionais, desde o chão de fábrica até a alta direção.

Em 1986, Masaaki Imai desenvolveu pela primeira vez a metodologia *Kaizen* na empresa japonesa *Toyota*, a fim de melhorar a produtividade, competitividade e eficiência; atualmente, é conhecida e praticada em diferentes organizações ao redor do mundo (Vivan et al., 2016).

O processo de melhoria contínua conta com importantes ajudas para direcionar a metodologia *Kaizen*: a eliminação de desperdícios, padronização, análise de valor, sistema JIT, entre outros. A partir do uso dessas ferramentas colaborativas, pode se dizer que a companhia está buscando o processo de melhoria contínua. Ainda, é preciso o envolvimento de todas as pessoas da organização, buscando sempre o melhor desenvolvimento dos processos (Abdulmouti, 2015).

Além da importante participação de todos no evento *Kaizen*, é de extrema relevância valorizar qualquer tipo de ideia advinda dos integrantes da equipe, pois proporciona um maior comprometimento de todos no planejamento (Smadi, 2009).

De acordo com Ortiz (2010), o evento *Kaizen* conta com vários participantes de diversas áreas da empresa e, geralmente, acontece em um mês, dependendo do grau de dificuldade da melhoria proposta. A equipe está totalmente aplicada a alcançar o maior número possível de melhorias dentro dos dias previstos do evento. O trabalho comumente divide-se em três fases, sendo (i) planejamento e preparação, (ii) implementação; (iii) e apresentação e acompanhamento.

A primeira fase é chamada de *Pré-Kaizen*, pois antecede a semana do evento, entretanto deve ser realizada o quanto antes, posto que quanto melhor for a preparação e o planejamento, menos problemas poderão ocorrer durante a semana *Kaizen*, de modo que mais simples será a implantação das melhorias e mais organizado será o decorrer dos dias (Fontes & Loos, 2017; Ortiz, 2010).

A fase de implementação conta com as realizações das melhorias e as análises feitas pela equipe *Kaizen*, sendo dividida nas etapas de orientação, compreensão da situação atual da empresa e realização de melhorias. Na etapa de orientação, é de suma importância que todos saibam a principal finalidade do *Kaizen*, bem como cada integrante conheça sua função e os processos a serem analisados. com as ferramentas que resultarão em um maior comprometimento de todos. Então, compreender a situação atual do local a ser analisado requer um mapeamento dos processos para que todos possam visualizar os fluxos de produção e, então, verificar as oportunidades de melhorias. Outra ferramenta importante é a cronoanálise, um estudo dos tempos, objetivando a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto (Lima, Todaro, & Rocha, 2010; Ortiz, 2010).

Enfim, realizar as melhorias após o conhecimento da área e dos dados obtidos requer o desenvolvimento de um *brainstorming*, com o propósito de especificar as melhorias. Após a finalização dessa etapa, deverão ser selecionadas as ideias que serão implantadas na área escolhida, a partir de priorizações. Cada integrante da equipe ficará responsável por uma ação a ser implementada com as respectivas melhorias. É muito importante catalogar as comparações feitas entre o antes e o depois das melhorias (Lima et al., 2010; Ortiz, 2010).

Finalmente, na terceira fase do *Kaizen*, que se refere à apresentação e acompanhamento, os resultados serão apresentados para a alta gerência, de modo que é preciso quantificar todos os resultados alcançados e valorizar as comparações entre o antes e depois das mudanças de melhorias. Também é necessário que haja acompanhamento na área, para que sejam garantidas as melhorias realizadas. Caso existam ações que não forem implementadas a tempo, poderão ficar como “lições de casa” para os próximos *Kaizen* nessa área (Lima et al., 2010; Ortiz, 2010).

Metodologia

O presente estudo apresenta caráter exploratório e descritivo, partindo de uma pesquisa bibliográfica, sobre o assunto proposto, em bases de dados como *Web of Science*, *Scielo*, *ScienceDirect* e *Scopus*. Os principais campos de pesquisa englobaram Manufatura Enxuta, Kaizen, Sistema Toyota de Produção, Pensamento Enxuto, Metodologias e Ferramentas Enxutas. Critérios de inclusão e exclusão de artigos, definição das informações a serem extraídas dos artigos, análise, discussão e apresentação dos resultados foram considerados como etapas da revisão bibliográfica.

O tipo de pesquisa utilizada neste trabalho, quanto à abordagem, é a quantitativa e apresenta uma natureza aplicada, que tem por objetivo contribuir para fins práticos, visando a solução do problema identificado na realidade

Quanto aos procedimentos, foi desenvolvido um estudo de caso único. O presente caso estudou uma empresa de manufatura de produtos eletrônicos, especificamente a linha de produção onde é realizado o empacotamento do produto, localizada no interior de São Paulo. Segundo o critério de classificação do porte de empresas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) quanto ao número de funcionários, a empresa em estudo é considerada de grande porte, pelo fato de conter mais de 500 empregados. O segmento de manufatura foi escolhido, pois é um importante setor da tecnologia e da economia, em um o novo cenário mundial competitivo e globalizado.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, realizou-se o evento Kaizen na empresa modelo, com enfoque na linha de embalagem (Linha A). Aplicou-se, também, o método de observação sistemática *in loco*, direta e não participante, a fim de coletar dados da linha de produção, com principal enfoque no *layout* e postos de trabalho.

Para início do evento Kaizen na empresa, definiu-se a equipe, de modo que os integrantes foram escolhidos de forma criteriosa, com a finalidade de prezar por uma equipe multidisciplinar, com pessoas de diversas áreas comprometidas com a melhoria contínua. Portanto, a equipe foi composta por nove indivíduos, sendo:

- Líder do time
- Um engenheiro de processos responsável pela área de embalagem.
- Um engenheiro industrial.
- Duas pessoas responsáveis pela qualidade.
- Dois operadores de linha.
- Uma pessoa da manutenção da fábrica.

- Uma pessoa de segurança e saúde do trabalho.

A realização do evento foi dada como alta prioridade pela alta cúpula organizacional, de modo que, durante as três semanas em que ocorreu o evento, os integrantes tinham autorização para parar a produção para qualquer necessidade que houvesse. Esse fato foi de grande importância, pois facilitou quaisquer possíveis melhorias que necessitavam de pausa na produção.

Primeiramente, foi apresentado, pelo líder, a todos os integrantes uma teoria simples da metodologia Kaizen, a importância da melhoria contínua para a sobrevivência de uma empresa e as ferramentas que foram utilizadas ao longo do evento. Após, todos da equipe foram encaminhados para o chão de fábrica, onde se encontra a linha de produção escolhida, Linha A (embalagem), para terem maior conhecimento dos processos. A partir de então, o grupo iniciou a listagem dos problemas e possíveis oportunidades de melhoria para um aumento de produtividade, através de uma sessão de *brainstorming*.

Ao lado da linha de produção, foi alocado um quadro com as ferramentas (Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e o mapeamento do fluxo de valor) que foram utilizadas e as ações que precisavam ser feitas com o responsável por realizá-la, para uma melhor visualização da linha por todos os integrantes.

Durante todos os dias do evento aconteceu uma reunião, de duração de aproximadamente 30 minutos, para que fosse exposto ao grupo o andamento das ações e acompanhamento de novas ideias. O Quadro 1 apresenta uma síntese temporal do desenvolvimento do Kaizen.

O diagnóstico da empresa, na fase de planejamento do Kaizen, iniciou-se a partir do mapeamento dos processos da linha de produção de embalagens, elaborando-se um fluxograma a fim de representar graficamente as etapas de cada posto de trabalho. Já para o mapeamento de número de operários e quantidades de postos de trabalho, foi avaliado o arranjo físico ou *layout* da linha escolhida para estudo, utilizando o software AutoCad.

O levantamento das causas-raízes do problema, que se referiu à baixa produtividade da linha de produção A, desenvolveu-se a partir da construção do Diagrama de Ishikawa. Os integrantes ficaram responsáveis pelo levantamento das causas e analisaram os fatores primários que envolveram a execução do processo. Então, para a priorização das causas, elaborou-se o Diagrama de Pareto.

SEMANA 1 - Planejamento				
Definição da liderança e, então, dos participantes do time	Treinamento básico sobre a teoria Kaizen e as ferramentas que seriam utilizadas	Realização do Gemba, para conhecimento de todos sobre a área a ser estudada no evento Kaizen	Sessão de <i>brainstorming</i> para levantamento dos problemas e potenciais oportunidades de melhoria	Início da utilização das ferramentas, tais como Diagrama de Ishikawa e Mapeamento do Fluxo de Valor
SEMANA 2 - Execução				
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
Continuidade na utilização das ferramentas, englobando Diagrama de Pareto e Matriz de Relação	Início do tratamento dos principais ofensores identificados	Tratamento dos ofensores e modificações necessárias	Tratamento dos ofensores e modificações necessárias	Tratamento dos ofensores e modificações necessárias
Apresentação de abertura				
SEMANA 3 - Monitoramento e Apresentação				
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
Continuação do tratamento dos ofensores e acompanhamento	Continuação do tratamento dos ofensores e acompanhamento	Acompanhamento das modificações e quantificação das melhorias	Preparação da apresentação para alta gerência	Finalização da apresentação
				Apresentação dos resultados

Quadro 1: Detalhamento da progressão temporal da realização do Kaizen na empresa modelo de estudo

Para a identificação e medição dos desperdícios, baseado nos sete desperdícios propostos pela metodologia do *Lean Manufacturing* (perdas por superprodução, perda por tempo de espera, perda por produtos defeituosos, perda por transporte, perda por movimentação, perda por estoque e perda por processamento), foi desenvolvida uma matriz de relação dos desperdícios teóricos *versus* as práticas da empresa. As relações foram valoradas em três diferentes níveis (fraco – 1; médio – 3; e forte – 9), permitindo a identificação dos diferentes ofensores que deveriam ser tratados por meio de propostas de otimizações.

O mapeamento dos tempos de ciclos em cada posto com a aplicação do método da cronoanálise, cronometrando-se o tempo de cada atividade durante a fabricação do produto, com objetivo de analisar o período e viabilizar a compreensão de qual parcela de tempo está sendo realmente aplicada em tarefas que agregam valor ao produto. Para se obter uma média exata por produto em cada posto, no caso dos postos que possuíam a média com um maior

tempo de ciclo, fez-se uso das médias totais divididas pelas observações. Os dados foram coletados por meio do uso de um cronometro, baseando-se em 5 a 10 amostras de cada operação, e folha de observação, seguindo-se para a tabulação em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel.

A partir dos dados da cronoanálise, verificou-se o balanceamento da linha de produção, de modo que se utilizou o indicador de desempenho *nível de produção desejado* que, conforme Aguiar, Peinado e Graeml (2007), pode ser obtido pelo tempo de ciclo necessário para atender à demanda de acordo com a Equação 1. Para se obter a capacidade de produção, obteve-se a capacidade de produção, de acordo com a Equação 2.

$$\text{Tempo de ciclo desejável} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo de ciclo}} \quad (\text{Eq.2})$$

Com base na análise desenvolvida, foram propostas melhorias a partir do tratamento individual de cada ofensor identificado.

Resultados e Discussão

5.1 Diagnóstico da empresa – fase de planejamento do Kaizen

A primeira fase do Kaizen refere-se ao planejamento, na qual foram identificadas as causas da baixa produtividade na linha de produção, bem como foram realizadas observações e análises por todos os integrantes do time.

Observou-se que o arranjo físico utilizado em toda a fábrica é do tipo linha de produção ou linha de montagem. De acordo com Aguiar et al. (2007), nesse arranjo, as estações e equipamentos são postos conforme a sequência de montagem, de modo que o material percorre um caminho já determinado dentro do processo, permitindo um fluxo de produção rápido a partir de produtos padronizados, em que a montagem é sempre igual.

Na organização estudada, a área de embalagem do produto é composta por cinco linhas iguais, nomeadas por ordem alfabética como Linha A, Linha B, Linha C, Linha D, e Linha E. Cada linha de produção é responsável por embalar um modelo do produto, mantendo a mesma sequência dos processos, embora cada uma possua sua caixa (embalagem do produto) e seus

itens específicos a serem embalados. Dessa forma, a linha de produção escolhida foi a Linha A, uma vez que a equipe de planejamento garantiu esta produção durante todo o mês do *Kaizen*.

Cada linha conta com 15 operadores distribuídos nos postos em uma área de 90 m², com jornadas de segunda à sexta-feira, das 8 horas às 17 horas com uma interrupção de uma hora para a refeição. A produção da linha está em 240 unidades embaladas a cada uma hora.

No tocante ao mapeamento dos processos, o produto é entregue no posto de recebimento, seguindo para a inspeção e, após, é iniciado o processo de embalagem. Na Figura 1, observa-se o *layout* da Linha A, destacando-se os postos com seus devidos operadores e os postos que possuem assento. Os postos de recebimento, inspeção e preparação dos itens funcionam como um suporte à linha (Posto 1 ao Posto de paletização), dado serem os responsáveis por entregar à linha os itens preparados e o produto inspecionado.

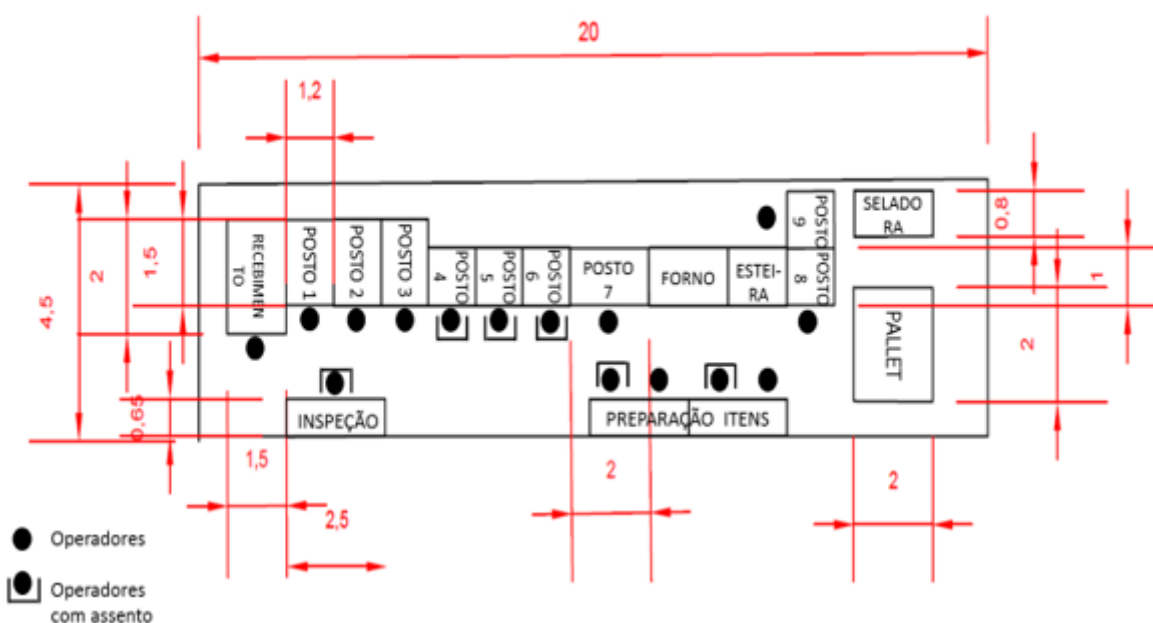


Figura 1 – Layout da Linha A de embalagem da empresa modelo de estudo, utilizando unidade de medida metro (m)

Fonte: Autores, com base nos dados coletados *in loco* (2019).

O produto principal é entregue no Posto de recebimento, onde o operador deste posto confere a quantidade entregue e leva-o para o Posto de inspeção. Os itens (objetos que acompanham o produto principal) são entregues no Posto de preparação dos itens. Após as atividades dos postos de inspeção e preparação dos itens, o produto principal e seus itens são levados para seus devidos postos, na linha de embalagem, pelo operador do Posto de recebimento.

A Figura 2 demonstra o fluxo do material pela linha de produção, sendo o início marcado pela entrada do produto e de seus materiais e o fim pela saída do produto devidamente embalado com seus itens e pronto para o consumidor final.

Após a inspeção e a preparação dos itens, inicia-se o empacotamento do produto, seguindo um fluxo até chegar ao Posto 9, onde, após ser escanear a caixa com o produto, a operadora dispõe 10 caixas em um caixote e, por fim, passa em uma máquina seladora e leva para o posto de paletização, onde se encontram todas as caixas já prontas a serem transportadas para o consumidor final.

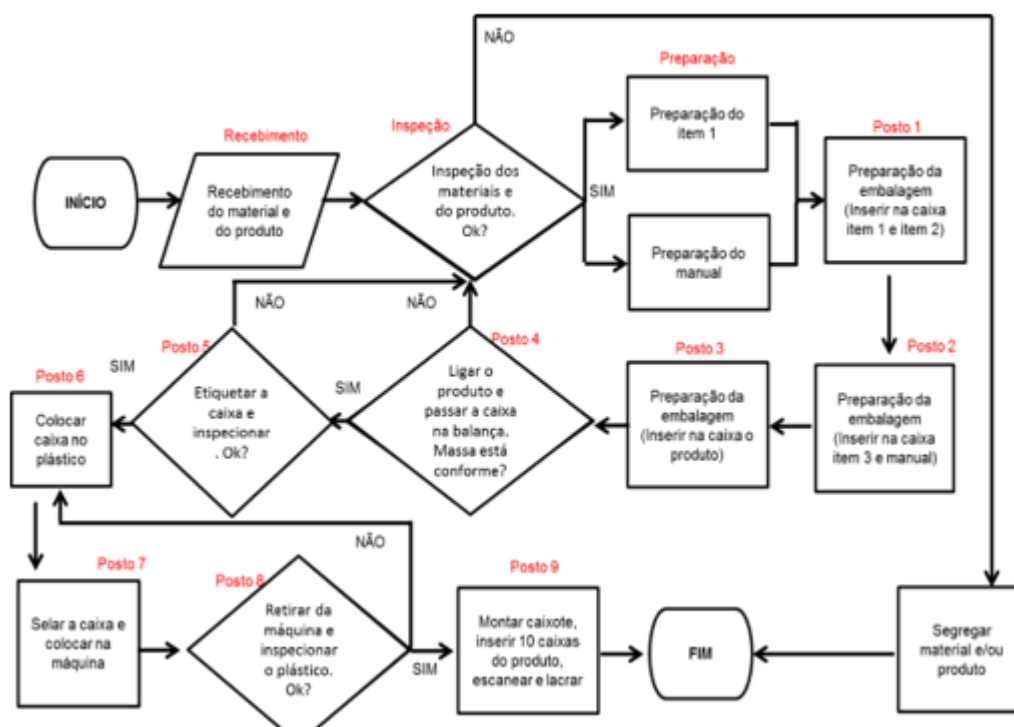


Figura 2 – Fluxograma da Linha A de embalagem da empresa modelo de estudo

Fonte: Autores, com base nos dados coletados *in loco* (2019).

Todos os postos contam apenas com um operador, com exceção dos postos de preparação dos itens e manual, que possuem dois operadores em cada para atender à demanda de 240 unidades embaladas por hora.

O levantamento das causas-raízes do problema, a partir do mapeamento de processos e análise do arranjo físico, culminou no Diagrama de Ishikawa (Figura 3), senti identificadas sete causas divididas nas categorias de método, material, medição, máquina, mão-de-obra e meio ambiente.

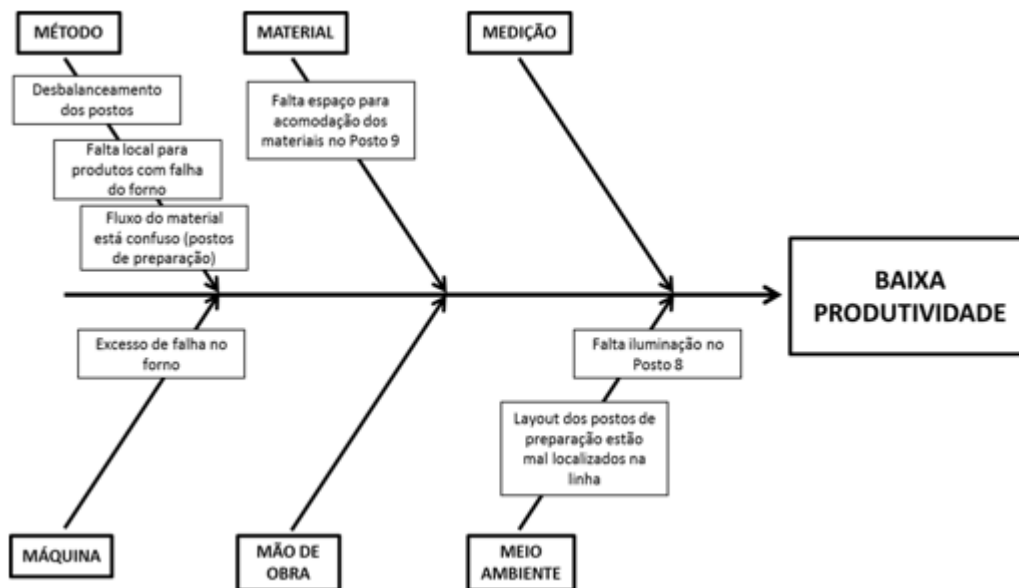


Figura 3 – Diagrama de Ishikawa da Linha A de embalagem da empresa modelo de estudo
 Fonte: Autores, com base nos dados coletados *in loco* (2019).

A partir Diagrama de Ishikawa, seguiu-se para a priorização dessas causas por meio do Diagrama de Pareto, possibilitando o direcionamento de maiores esforços do time para saná-las. Para iniciar essa priorização, foi feita uma classificação (escala de 1 a 5) para cada problema identificado no Diagrama de Ishikawa, de acordo com seu impacto no produto final (Figura 4).

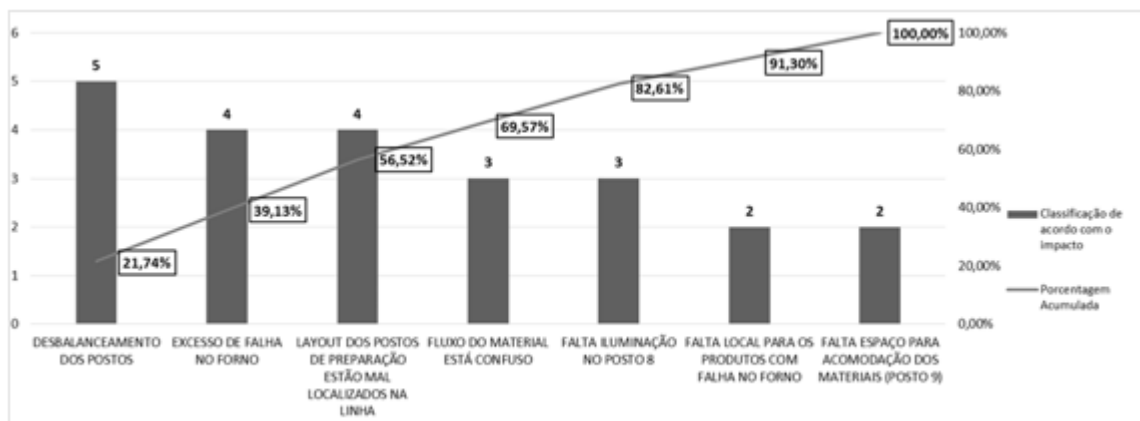


Figura 4 – Diagrama de Pareto da Linha A de embalagem da empresa modelo de estudo
 Fonte: Autores (2019).

Observa-se, de acordo com Figura 4, que cerca de 80% dos problemas identificados na linha de produção A estão concentrados em cinco ofensores, sendo (i) o desbalanceamento dos postos, (ii) excesso de falha no forno, (iii) *layout* dos postos de preparação mal localizados na linha, (iv) fluxo do material confuso e (v) falta de iluminação no Posto 8.

Corroborando os dados obtidos por meio da construção do Diagrama de Pareto, a Matriz de Relação (Figura 5), no tocante aos desperdícios, apontou os maiores ofensores sendo, nesta ordem, linha desbalanceada, excesso de falha no forno, postos de preparação mal localizados na linha e fluxo do material confuso.

A partir desse diagnóstico, os ofensores identificados foram tratados individualmente, considerando propostas de otimização.

Relação Fraca		1 Ponto					
Relação Média		3 Pontos					
Relação Forte		9 Pontos					
PERDAS NA TEORIA/PERDAS NA PRÁTICA	EXCESSO DE FALHA NO FORNO	LINHA DESBALANCEADA	LAYOUT DOS POSTOS DE PREPARAÇÃO ESTÃO MAL LOCALIZADOS NA LINHA	FLUXO DO MATERIAL CONFUSO	FALTA DE ILUMINAÇÃO NO POSTO 8	FALTA LOCAL PARA PRODUTOS COM FALHAS DO FORNO	FALTA ESPAÇO PARA ACOMODAÇÃO DOS MATERIAIS (POSTO 9)
Perdas por superprodução		9					
Perda por tempo de espera		9		6		3	1
Perda por produtos defeituosos	9				9		
Perda por transporte			6	3			
Perda por movimentação			6	3		3	3
Perda por estoque	3						
Perda por processamento	3						
Pontuação	15	18	12	12	9	6	4

Figura 5 – Matriz de relação dos sete desperdícios teóricos *versus* ocorrência na empresa modelo de estudo
 Fonte: Autores (2019).

5.2 Propostas de otimização dos ofensores identificados

Visto que o maior ofensor para a baixa produtividade era o desbalanceamento da linha (ofensor 1), aplicou-se o método da cronoanálise a fim de realizar a medição das atividades de cada posto de trabalho na Linha A, considerando 45 ciclos.

Para avaliar o balanceamento da linha, considerou-se a demanda de 240 unidades por hora, alcançando um tempo de ciclo desejável (Eq. 1) de 15 s por peça, ou seja, identificou-se a necessidade de um tempo de ciclo de 15 s para atender a demanda atual.

Assim, constatou-se um desbalanceamento na linha atual e alto tempo de ociosidade em todos os postos de trabalho (até 5,25 s), de modo que os tempos variaram de 4,68 a 9,93 (Figura 6a), demonstrando uma oportunidade para aumentar a quantidade de unidades produzidas por hora na linha em estudo.

De fato, uma linha de produção desbalanceada gera desperdícios de estoque e ociosidade ocasionada pelo tempo de espera durante a produção. Por isso, um balanceamento de uma linha desenvolve ações eficazes para garantir que a produção seja feita de forma contínua e aproximadamente igual, eliminando os gargalos de produção e, assim, proporcionando o máximo de eficiência e produtividade, de modo a gerar um ritmo de trabalho adequado ao processo produtivo com o menor número de postos (Simaria, 2001).

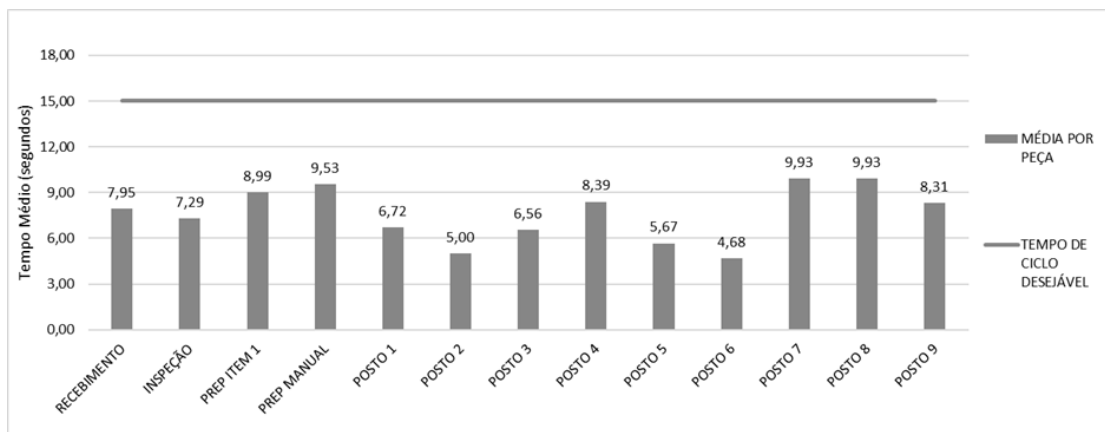
De acordo com a Figura 6a, os postos 7 e 9 apresentaram as maiores médias de tempo por peça (9,93 s) de modo que, utilizando-os como parâmetro, foi instituído um tempo de ciclo igual a 12 s, não deixando esses postos com o tempo justos e ainda possibilitando ao aumento da produtividade da linha. Logo, considerando o tempo de ciclo igual a 12 s, de acordo com a Eq. 2, tem-se a capacidade de produção de 300 unidades produzidas por hora.

A partir dessa verificação da capacidade de produção, observou-se uma melhoria de produtividade, aumentando de 240 para 300 unidades fabricadas por hora. Contudo, a realização de uma nova cronoanálise apontou que a linha não estava idealmente balanceada, de modo que os postos 1, 2, 3, 5 e 6 ainda apresentavam baixas médias de tempos, ou seja, continuavam com um grande tempo de ociosidade durante as operações, incorrendo em potenciais desperdícios e maior custo para a empresa.

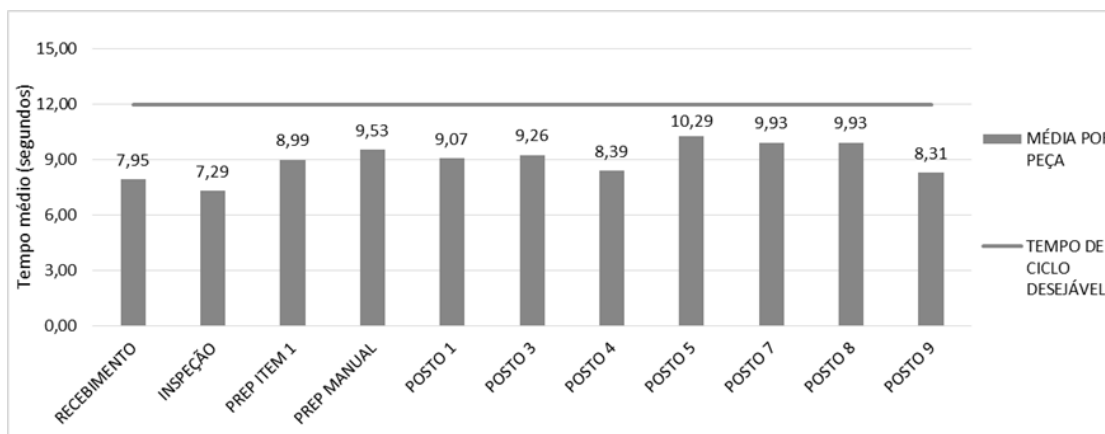
Analisando as atividades desses postos, observou-se a oportunidade de retirar o Posto 2 da linha e separar suas atividades entre os postos 1 e 3. Do mesmo modo, o tempo ocioso dos postos 5 e 6 foi reduzido por meio da proposta de junção dos dois postos. A agregação das atividades permitiu uma redução do tempo ocioso, bem como liberou os operadores para atuarem com maior geração de valor agregado.

Logo, o balanceamento da linha de produção (Figura 6b) permitiu o incremento de 60 unidades por hora de produção, além da realocação de dois operadores dos postos de trabalho 2 e 6, que estavam com um grande tempo de ociosidade. De acordo com a Figura 11, tem-se que o tempo ocioso foi reduzido de 5,25 para 2,34 s, representando uma economia de 55,4% no tempo desperdiçado.

Seguindo os principais ofensores, o excesso de falha no posto do forno foi tratado (ofensor 2). Para tanto, inicialmente foi observado que, quando a caixa (embalagem do produto), contendo o produto e seus acessórios envolto por um saco de plástico, era colocado no forno a 176 graus Celsius, o saco de plástico ficava com diversos furos, sendo necessário retirar a caixa deste e voltá-la ao Posto 6, o qual colocava novamente um novo pacote plástico. A cada 100 embalagens do produto que passavam pelo forno, em média 18 precisavam ser devolvidas por conta de rasgos e/ou furos, incorrendo em retrabalho e desperdício.



a



b

Figura 6 – Tempo médio por peça *versus* tempo de ciclo em segundos (s), considerando a linha de produção de embalagem (a) antes e (b) depois das propostas de otimizações

Fonte: Autores, com base nos dados coletados *in loco* (2019).

Logo, foram feitas diversas mudanças quanto à temperatura do forno, até que se obtivesse uma temperatura que danificasse a menor quantidade de sacos plásticos possíveis. Precisou-se também contatar o fornecedor para que esse fosse até a fábrica verificar essa ocorrência e, se possível, fazer uma mudança do item. Após a visita, foi compreendido que o problema estava nas dimensões do saco plástico, de modo que o item foi alterado de 20 cm x 15cm para 25 cm x 20 cm.

Logo após as mudanças, foram feitas novas contagens e a cada 100 caixas que passavam pelo forno, em média apenas 2 precisavam ser refeitas. Com essa alteração já foi solucionado um dos próximos problemas, que era a falta de espaço físico para produtos que falhavam no forno (ofensor 6). Assim, como o número de falhas foi contido, passando de, aproximadamente, 18% para 2%, não foi preciso modificar o tamanho das bancadas para que atendessem a esse indicador.

O próximo ofensor que gerava com um grande efeito na linha de produção era o *layout* dos postos de preparação (ofensor 3), que estavam mal localizados na linha e que geravam também um fluxo de material confuso, o qual era considerado o ofensor 4.

Para isso, foi proposto um novo *layout* para a linha toda que, além de deixar um fluxo de material mais harmonioso, precisava também que os postos de preparação ficassem em um local ideal para receber e expedir os itens.

Inicialmente, ressalta-se que um bom fluxo de material está inteiramente relacionado ao tempo e à capacidade de produção. No presente caso, o operador dos postos de recebimento requeria um certo tempo para se locomover até o Posto 1 para levar os itens, sendo essa movimentação uma atividade que não agrega valor ao produto final.

Assim, no *layout* otimizado, foram alteradas as bancadas de preparação, sendo alocadas ao fundo dos postos de recebimento e dos postos de 1 a 3, eliminando a perda por movimentação.

Ainda no tocante ao *layout*, empenhou-se esforços no tratamento do ofensor 7, que se referia à falta de espaço para acomodação dos materiais, no Posto 9. Para tanto, modificou-se o Posto 9, que passou a ter uma largura de 2 metros de bancada, continuando a atender os requisitos da Norma Regulamentadora 17 (NR 17) que determina que bancadas com materiais devem conter, no mínimo, 90 cm de comprimento a partir de sua borda frontal e 100 cm de largura, proporcionando zonas de alcance manual de, no máximo, 85 cm de raio de cada lado, a partir do ombro do operador em posição de trabalho (Brasil, 1990).

A observação *in loco* apontou que Posto 9 continha muitos equipamentos como computador, leitor de código de barras, caixas de som e caixas de papelão para o empacotamento do produto, dificultando a movimentação do operador ao realizar suas atividades. Com o aumento da bancada, segundo a proposta de melhoria, os materiais ficaram melhores dispostos, possibilitando um deslocamento adequado do trabalhador. A Figura 7 apresenta o *layout* final com todas as modificações realizadas.

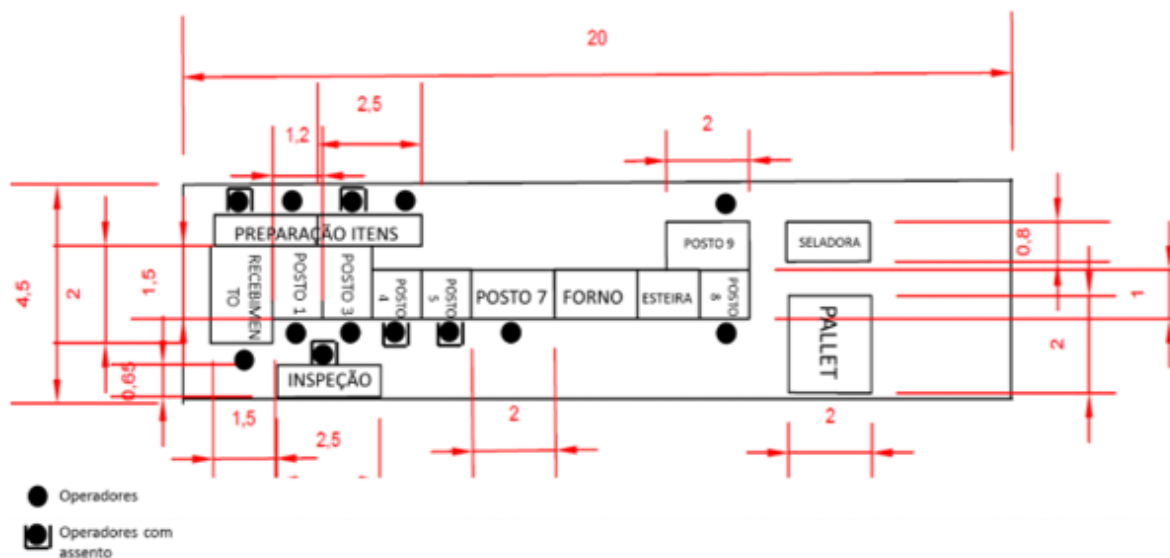


Figura 7 – Layout final da Linha A da empresa em estudo de caso de acordo com as propostas de otimizações, utilizando a unidade de medida metro (m).

Fonte: Autores, com base nos dados coletados *in loco* (2018).

O ofensor 5, falta de luminosidade no Posto 8, também foi tratado de acordo com a NR 17, que considera que os locais de trabalho devem apresentar uma iluminação adequada (natural ou artificial) e compatível com as atividades a serem realizadas, uniformemente distribuída, a fim de evitar reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos (Brasil, 1990).

No caso do Posto 8, sua grande importância é inspecionar a embalagem do produto, o que requer uma iluminação assertiva. Por essa razão, foi instalada uma luminária do tipo suspensa, com comprimento de 1000 mm e largura de 200 mm.

Mediante as propostas de otimizações do presente estudo, a fim de tratar os diferentes ofensores identificados, a seguinte fase é a de agir, adotando o plano como padrão. Desse modo, é de extrema importância acompanhar a Linha A de embalagem, monitorando as melhorias realizadas para que as mudanças sejam implantadas nas linhas de produção seguintes, como Linha B, Linha C, Linha D e Linha E. De fato, nas demais linhas propõe-se a realização de um *Yokoten* no término do modelo. De acordo com Liker (2005), *Yokoten* tem o significado de compartilhamento de informações, de modo que após a execução de um *Kaizen*, em uma determinada área, copia-se seus resultados para outras áreas, sendo assim o impacto é imediatamente duplicado.

Sob essa perspectiva, observou-se que, por meio da aplicação da metodologia *Kaizen*, foi possível obter diversos ganhos para a empresa modelo de estudo, ressaltando o (i) balanceamento da linha de produção, com um aumento de 25% de produtividade a cada hora

trabalhada e redução da ociosidade de 5,25 para 2,34 s; (ii) realocação da mão de obra para tarefas de agregação de valor, por meio da retirada dos operadores do Posto 2 e Posto 6; (iii) eliminação de desperdícios, por meio da redução de 88% de falhas geradas e retrabalhos; (iv) e eliminação de movimentações desnecessárias pelo operador, sendo desenvolvido e implementado um *layout* otimizado a fim de atender aos novos quesitos.

Os resultados obtidos no presente trabalho são corroborados por estudos na literatura. No trabalho de Yamada (2012), que aplicou a metodologia *Kaizen* em uma linha de produção de uma fábrica de chocolate, observou-se também um aumento na produtividade, migrando de 78,3 para 89,0%, o que colaborou para o nível de atendimento da demanda. Ainda, constatou-se a padronização em uma das máquinas utilizadas durante o processo de trabalho; mudanças nas atividades, para que houvesse ganho no tempo dos operadores; e instalação de grades protetoras, diminuindo os acidentes de trabalho.

Oliveira, Corrêa, & Nunes (2013) desenvolveram um modelo de simulação computacional, baseado em mapas de fluxo de valor, a fim de testar e validar a realização de eventos kaizen em um sistema produtivo contemplado por misturadores, silos e embalagem. A partir da construção de quatro cenários distintos para testar as melhorias, os autores demonstraram computacionalmente a redução do *lead time* em até 27%, além da minimização dos desperdícios, validando os eventos Kaizen.

De acordo com Ciconelli (2007), a aplicação do *Kaizen* em uma indústria automotiva trouxe diversas mudanças e ganhos para a organização, incluindo a redução do *lead time* do processo em 66%; diminuição da movimentação do operador em 78%; otimização do processo de limpeza das linhas passando de 2 homens por 6 horas para 2 homens por 2 horas; e padronização do fluxo de interface.

Conclusão

O presente trabalho apontou o potencial da metodologia *Kaizen*, por meio do plano de melhoria desenvolvido e aplicado nesse artigo, como uma alternativa a fim de se obter otimização de parâmetros do chão de fábrica e implantação de melhorias contínuas, conferindo incremento dos indicadores organizacionais.

A fim de contribuir para a sistematização e operacionalização das melhorias, desde a identificação do problema até o desenvolvimento de novas práticas, ressalta-se que a proposta abordada nesse artigo foi implementada para o aprimoramento dos processos industriais na empresa modelo de estudo, incorrendo em diferentes ganhos para a organização, incluindo o

balanceamento da linha de embalagem, passando a produzir 300 unidades do produto por hora, de modo a totalizar 2400 unidades ao final do dia em apenas uma linha; redução do tempo ocioso em 55%; diminuição de custos da empresa com funcionários em excesso (Posto 2 e Posto 6); e contenção de desperdícios por materiais utilizados em retrabalho (Posto do forno), movimentação desnecessária, entre outros. Por fim, um novo *layout* demonstrou-se capaz de melhorar o desempenho do processo produtivo.

O principal fator para se alcançar o objetivo foi a colaboração da equipe, sendo de extrema necessidade o comprometimento e envolvimento de todos os integrantes com a melhoria contínua e o desejo de mudar rumo ao aprimoramento dos indicadores, tanto dos operadores quanto da alta direção.

Como ação futura para a organização que foi utilizada como modelo de estudo, recomenda-se o monitoramento da Linha A de embalagem, para que todas as modificações realizadas estivessem verdadeiramente sendo feitas. Então, sugere-se que as melhorias sejam replicadas para as próximas linhas de produção de embalagens, conforme prevê a metodologia *Yokoten*.

Por meio de um contraponto com literatura, observou-se que resultados semelhantes ao obtido nesse artigo foram identificados em organizações de diferentes segmentos, sugerindo a robustez e capilaridade de aplicação do princípio Kaizen a fim de se obter um aperfeiçoamento organizacional.

Referências

- Abdulmouti, H. (2015). The role of Kaizen (continuous improvement) in improving companies' performance: A case study. In: Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2015. Dubai: IEOM, 2015, 1-6.
- Aguiar, G. F., Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. In: Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 35, 2007. Curitiba: COBENGE, 2007, 2 -16.
- Brasil. Ministério do Trabalho. (1990). Portaria nº 3.751, de 23.11.1990, estabelece os princípios da *Ergonomia da NR – 17*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- Chang, A., & Cheng, Y. (2019). Analysis model of the sustainability development of manufacturing small and medium-sized enterprises in Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 207(10), 458-473.

- Ciconelli, C. M. (2007). *Estudo de caso: Aplicação da ferramenta Kaizen no processo de recirculação de tintas no setor de pintura de uma indústria automotiva*. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- da Silva, A. M., Cavalcanti, A. M., & Lima, G. H. A. (2019). Análise do impacto da gestão organizacional no perfil inovador das empresas de pequeno porte. *Exacta*, 17(2), 17-27.
- Fontes, E. G., & Loos, M. J. (2017). Application of Kaizen methodology: a case study in a textile industry in center west of Brazil. *Espacios*, 38(21), 6-17.
- Gonzalez, R. V. D., & Martins, M. F. (2007). Continuous improvement in ISO 9001:2000 environment: case study in two companies of automotive sector. *Prod.*, 17(3), 592-603.
- Hambach, J., Kummel, K., & Metternich, J. (2017). Development of a digital continuous improvement system for production. *Conference on Manufacturing Systems*, 4(5), 330-335.
- Hanashiro, A., & Cleto, M. G. (2007) Proposta de uma metodologia para gestão do conhecimento no chão de fábrica: um estudo de caso de Kaizen na indústria automotiva. In: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27. Foz do Iguaçu: ENEGEP, 21-28.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- Jayaram, J., Das, A., & Nicolae, M. (2010). Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production System. *International Journal of Production Economic*, 1(128), 280-291.
- Junker, B. (2010). Kaizen for improvement of rapid protein production for early reagent protein quantities. *Biochemical Engineering Journal*, 49(3), 435-444.
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). Application of Kaisen Methodology to Foster Departmental Engagement in Quality improvement. *Journal of the American College of Radiology*, 11(12), 1126-1130, 2014.
- Liker, J. K. (2005). *O Modelo Toyota – 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Editora Bookman.
- Lima, M. J. R. F., Todaro, M. C. & Rocha, M. S. (2018). A Methodological approach for Kaizen events in assembly lines. *Journal of Lean Systems*, 3(1), 46-65.
- Lizarelli, F. L., & Toledo, J. C. de. (2016). Practices for continuous improvement of the Product Development Process: a comparative analysis of multiple cases. *Gest. Prod.*, 23(3), 535-555.

- Menegon, D., Nazareno, R. R., & Rentes, A. F. (2003). Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta. In: **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 23. Ouro Preto: ENEGEP, 1-8.
- Oliveira, R. B. M., Corrêa, V. A., & Nunes, L. E. N. P. (2013). Uso da simulação computacional com o mapeamento do fluxo de valor para auxiliar na tomada de decisão. *Exacta*, 11(1), 47-57.
- Pakes, P. R., Silva, B. B., Cruz, T., & Rocha, T. S. da (2022). Análise da aplicação das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA: estudo de caso em uma empresa do setor têxtil. *Revista De Gestão E Secretariado*, 13(3), 812-827.
- Ortiz, C. A. Kaizen e implementação de eventos kaizen. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- Smadi, S. Kaizen strategy and the drive for competitiveness: Challenges and opportunities. *Competitiveness Review: An International Business Journal incorporating Journal of Global Competitiveness*, v. 19, p. 203-211, 2009.
- Simaria, A. S. A. (2001). *Uma Metodologia para o Balanceamento de Linhas de Montagem*. 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Métodos Quantitativos, Escola de Gestão do Porto, Porto.
- Soosay, C., Nunes, B., Bennett, D. J., Sohal, A., Jabar, J., & Winroth, M. (2016). Strategies for sustaining manufacturing competitiveness. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(1), 6-37.
- Sundararajan, I.; Terkar, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1169-1178.
- Sutari, O. (2015). Process improvement using lean principles on the manufacturing of wind turbine component: a case study. *Materials Today Proceedings*, 2(4), 3429-3437.
- Tayaksi, C., Sagnak, M., & Kazancoglu, Y. (2020). A New Holistic Conceptual Framework for Leanness Assessment. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(4), 567-590.
- Vivan, A. L., Ortiz, F. A. H., & Paliari, J. C. (2016). Model for kaizen project development for the construction industry. *Gest. Prod.*, 23(2), 333-349.
- Yamada, F. H. (2012). *Implantação da metodologia Kaizen em uma linha de produção de uma fábrica de chocolates*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Submetido em: 17.01.2023

Aceito em: 13.02.2023