



ENGENHARIAS

Implantação do programa 5S em uma fábrica de vassouras de garrafa PET a partir do Diagrama Espaguete

The 5S program implementation in a factory of brooms made of PET bottle using Spaghetti Diagram

Gislaine Camila Lapasini Leal¹, Syntia Lemos Cotrim², Gabriela Alves de Araújo³, Bianca Carina Valente⁴, Edwin Vladimír⁵

RESUMO

Um dos principais desperdícios destacados pela filosofia *Lean Manufacturing* é a movimentação desnecessária de pessoas, matéria-prima, ferramentas e/ou produtos entre os processos de produção. Comumente, é uma atividade que não agrega valor ao produto, afeta o desempenho operacional e provoca fadiga, falta de concentração e aumenta os esforços físicos dos colaboradores. O objetivo do trabalho é descrever os resultados alcançados com a aplicação do Programa 5S e Diagrama Espaguete em um evento Kaizen em uma pequena empresa que fabrica vassouras de garrafa PET. Entre os resultados alcançados se destacam as mudanças no *layout* da indústria e a implantação dos princípios do Programa 5S que terminaram reduzindo a movimentação dos colaboradores e aumentaram o nível de satisfação com relação ao ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Programa 5S; evento Kaizen; Diagrama Espaguete.

ABSTRACT

One of the main wastes highlighted by the Lean Manufacturing philosophy is the unnecessary worker's movement, raw materials, tools and / or products between production processes. Commonly, it is an activity that does not add value to the product, affects operational performance and causes fatigue, lack of concentration and increases the physical efforts of employees. The objective of this paper is to describe the results achieved with the application of the 5S Program and Spaghetti Diagram in a Kaizen event in a small company that manufactures PET bottle brooms. Among the results achieved are the changes in the industry layout and the implementation of the 5S Program principles that ultimately reduced worker's movement and increased satisfaction with the work environment.

Keywords: 5S Program; Kaizen event; spaghetti diagram.

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR – Brasil. E-mail: gclleal@uem.br

² Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR – Brasil. E-mail: slcotrim@uem.br

³ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR – Brasil. E-mail: gabrielaalvesdearaujolopes@gmail.com

⁴ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR – Brasil. E-mail: biancacvalente1995@gmail.com

⁵ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR – Brasil. E-mail: evcgaldamez@uem.br



1. INTRODUÇÃO

O crescimento do consumo da sociedade promove a oferta de novos produtos com mais qualidade e está cada vez mais associado aos impactos gerados pelos processos de produção do ponto de vista social, ambiental e econômico. Neste cenário, um dos desafios industriais é produzir um produto com qualidade, adequado às necessidades dos clientes e com o menor custo de fabricação e impacto ambiental.

Para Carnerud *et al.* (2018), passaram 30 anos desde que a indústria japonesa propôs a melhoria contínua (Kaizen) como um pilar de sucesso da competitividade. Álvarez-García *et al.* (2018) e Carnerud *et al.* (2018) destacam que Kaizen se tornou um fator fundamental para o processo de gestão japonês e frequentemente considerado como um elemento básico do *Lean Manufacturing* e da Gestão da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*). Neste contexto, o Kaizen determina que para alcançar resultados significativos é necessário estabelecer uma rotina de conduzir pequenas mudanças incrementais e manter os resultados da melhoria ao longo do tempo. (ÁLVAREZ-GARCÍA *et al.*, 2018; CARNERUD *et al.*, 2018; ALVARO-RAMÍREZ *et al.*, 2017).

O Kaizen foca reduzir/eliminar as atividades dos processos operacionais e/ou negócios que não agregam valor e aumentam os custos do produto. É uma análise construída a partir de sete categorias de desperdícios: i) excesso de produção; ii) estoques elevados; iii) refugos e retrabalho (defeitos); iv) movimentação desnecessária nas operações; v) processamento inapropriado; vi) espera; e vii) transporte desnecessário de materiais, produtos e/ou ferramentas. (KHAN *et al.*, 2018; CHIARINI *et al.*, 2018; ARYA; CHOUDHARY, 2015).

Um dos principais desperdícios é a movimentação desnecessária nas operações internas que não agrega valor ao produto. Para Arya e Choudhary (2015) movimentar os materiais ou itens entre os postos de trabalho adiciona apenas custo para o produto e, portanto, a movimentação deve ser reduzida o máximo possível na indústria. Tompkins *et al.* (1996) destacam que a mesma representa 87% do tempo de fabricação, o que aumenta a importância de reduzir perdas nessa categoria de desperdício. Conforme, Khan *et al.* (2018), um posto de trabalho inadequado também gera uma movimentação excessiva dos operadores que causa fadiga, falta de concentração, aumenta os esforços físicos e influencia o tempo padrão da operação.

Toda atividade que não agrega valor ao produto deve ser eliminada, já que valor é algo que o cliente define e, conseqüentemente, não está disposto a remunerar o desperdício. Assim, cabe à empresa identificar quais etapas agregam valor ao produto e melhorá-las continuamente. Para tal, existem metodologias do *Lean Manufacturing* que auxiliam a implantação, dentre as quais está o evento Kaizen, programa 5S, mapeamento de processos, Diagrama Espaguete *etc.* (CHIARINI *et al.*, 2018; KHAN *et al.*, 2018; RANDHWA; AHUJA, 2017; JACA *et al.*, 2016; ARYA; CHOUDHARY, 2015; GARCÍA *et al.*, 2013).

Hamel (2010) destaca que os eventos Kaizen devem atender uma sistemática para atingir o resultado de melhoria e o primeiro passo é a aplicação do Programa 5S, que facilita a visualização do processo, onde qualquer pessoa pode descrever rapidamente o que o processo é, e se está ou não funcionando e ainda, verificar se está sob controle do ponto de vista da qualidade.

O objetivo do trabalho é apresentar a aplicação do Diagrama Espaguete na implantação do Programa 5S por meio de um evento Kaizen realizado em uma fábrica de vassouras que utiliza a



garrafa PET (Polietileno Tereftalato) como matéria-prima. Para avaliar os resultados do evento é realizada uma comparação do antes e depois sobre a quantidade de movimentações realizadas pelos colaboradores responsáveis pelo processo de fabricação de vassouras de garrafas PET.

A pesquisa é caracterizada como um estudo de caso em uma fábrica localizada na região noroeste do Estado Paraná. Entre o portfólio de produtos da fábrica, foi escolhido para estudo de *layout* do produto denominado de vassourão, produto que tem o maior volume de vendas e, conseqüentemente, um impacto financeiro na fábrica.

A avaliação dos resultados é realizada com o Diagrama de Movimentação ou Diagrama Espaguete, com o qual são identificadas as distâncias percorridas pelos trabalhadores durante a produção de uma vassoura e o objetivo é reduzir ou eliminar o desperdício de movimentação desnecessária entre as operações.

Na próxima seção é destacada a revisão da literatura dos conceitos pertinentes ao trabalho: Evento Kaizen e Programa 5S. Em seguida, é descrito o método de pesquisa conduzido pelos pesquisadores e são apresentados os resultados alcançados com a implantação dos conceitos propostos. No final são destacadas as considerações finais, apontando as contribuições e limitações da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN)

Psomas e Antony (2019) destacam que um dos consensos sobre o *Lean Manufacturing*, destacados na literatura, é que a melhoria contínua dos processos ou dos fluxos de valor fornece um produto/serviço com mais valor-agregado ao cliente e gera impactos no desempenho operacional (custo, qualidade, lead-time, velocidade, flexibilidade e capacidade) da empresa. Para Womack e Jones (1997), os fluxos de valor são "atividades específicas necessárias para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria prima às mãos dos clientes."

A melhoria contínua é uma prática que envolve toda a organização e se consolidou como uma estratégia que aumenta a competitividade no mercado, promove o desempenho não-financeiro e financeiro na manufatura, cria uma transformação no ambiente de trabalho, promove o fluxo de valor, entre outros efeitos. (ÁLVAREZ-GARCÍA *et al.*, 2018; KHAN *et al.*, 2018; CHIARINI *et al.*, 2018; CARNERUD *et al.*, 2018; ALVARO-RAMÍREZ *et al.*, 2017; ARYA; CHOUDHARY, 2015; CAFFYN, 1999; BESSANT *et al.*, 1994).

Uma estratégia para promover a melhoria contínua e proposta como uma prática do *Lean Manufacturing* é o Evento Kaizen, também conhecido como blitz Kaizen ou evento de melhorias rápidas. (PSOMAS; ANTONY, 2019; GLOVER *et al.*, 2014). Em termos simples, Evento Kaizen significa promover mudanças rápidas com uma menor escala e maior frequência no ambiente de trabalho, envolvendo uma equipe de melhoria com metas e tempo execução pré-definido. (CHUNG, 2018; MACPHERSON *et al.*, 2018; CARNERUD *et al.*, 2018; GLOVER *et al.*, 2014; HAMEL, 2010).



Sharma e Moody (2003) destacam que é uma metodologia criada com a finalidade de reduzir desperdícios a partir de soluções mais econômicas, com apoio na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática nos seus processos de trabalho. (GALDAMEZ *et al.*, 2017). Os principais desperdícios são descritos (agrupados) em sete categorias. (KHAN *et al.*, 2018; CHIARINI *et al.*, 2018; ARYA; CHOUDHARY, 2015):

- Desperdício de produção: produto produzido em demasia ou muito antes do necessário;
- Desperdício de estoque: estoque tem um alto custo com produtos parados;
- Desperdício de refugo e retrabalho: cada item defeituoso exige retrabalho;
- Desperdício de movimentação: deslocamentos excessivos;
- Desperdício de processamento: produz-se mais que o requerido;
- Desperdício de espera: tempo gasto na espera para a atividade ser realizada;
- Desperdício de transporte: movimentação de materiais de um local para outro.

Uma cultura de melhoria contínua a partir de evento Kaizen que eliminem/reduzam os desperdícios ou as atividades que não-agregam valor e promova a redução dos custos é alcançada com a análise dos processos, com o envolvimento das pessoas, a descrição de procedimentos operacionais, implementação de princípios de gestão e aprendizagem e implementação/uso de práticas/ferramentas/técnicas de melhoria contínua. (CARNERUD *et al.*, 2018; HABIDIN *et al.*, 2018; GARCÍA *et al.*, 2013; STOILJKOVIC *et al.*, 2011). Entre as propostas é destacado o Programa 5S por ser uma das abordagens mais universais para um processo de mudança organizacional e melhoria da qualidade de produtos e processos no âmbito de uma filosofia Kaizen. (CHIARINI *et al.*, 2018; KHAN *et al.*, 2018; RANDHWA; AHUJA, 2017; JACA *et al.*, 2016; ARYA; CHOUDHARY, 2015; GARCÍA *et al.*, 2013).

2.2. PROGRAMA 5S

Randhwa e Ahuja (2017) identificaram que diferentes pesquisadores citam que o Programa 5S é uma das práticas mais básicas e se tornou um pré-requisito para alcançar bons resultados com outros programas da qualidade, como, por exemplo, TQM, *Lean Manufacturing*, Kaizen, ISO 9001:2015, *Lean Six Sigma*, entre outros.

O Programa 5S é uma das ferramentas do Kaizen e está baseado em cinco sentidos: *Seiri* (Senso de utilização); *Seiton* (Senso de organização); *Seiso* (Senso de limpeza); *Seiketsu* (Senso de normalização) e *Shitsuke* (Senso de disciplina). (RANDHWA; AHUJA, 2017; HO, 1997; HO *et al.*, 1995). O principal objetivo é a melhoria do desempenho de pessoas e processos aumentando assim a produtividade por meio da organização, limpeza do ambiente e segurança e saúde dos trabalhadores. (CHIARINI *et al.*, 2018; KHAN *et al.*, 2018; RANDHWA; AHUJA, 2017; JACA *et al.*, 2016; ARYA; CHOUDHARY, 2015; GARCÍA *et al.*, 2013).

Randhwa e Ahuja (2018) destacam a partir de uma revisão da literatura 7 passos para a implementação do Programa 5S: (i) obter o apoio e comprometimento da direção, (ii) formação das equipes de 5S, (iii) elaborar e promover uma campanha sobre o Programa 5S, (iv) manter registros sobre o antes e depois, (v) estabelecer treinamentos do 5S, (vi) avaliar os resultados do Programa 5S e (vii) estabelecer procedimentos para manter e atualizar os 5S's. Também é



ênfatisado a necessidade de incluir os princípios do Programa 5S no planejamento estratégico e fornecer recursos para apoiar os eventos Kaizen do 5S. (RANDHWA; AHUJA, 2017; JACA *et al.*, 2016).

A manutenção do Programa 5S depende principalmente das pessoas que estão em contato direto com o ambiente, sendo que para isso devem ser promovidas mudanças disciplinares nos mesmos. Para Doolen *et al.* (2008), a implementação do Programa 5S por meio de um evento Kaizen, significa focar e planejar um projeto de melhoria contínua, por meio da interdisciplinaridade de equipes visando à análise de um ponto específico das tarefas que estão sendo desenvolvidas, a fim de atingir metas e objetivos que tendem a melhorar o ponto em estudo (CHIARINI *et al.*, 2018; KHAN *et al.*, 2018; RANDHWA; AHUJA, 2018; RANDHWA; AHUJA, 2017; GALDAMEZ *et al.*, 2017; JACA *et al.*, 2016; ARYA; CHOUDHARY, 2015; GARCÍA *et al.*, 2013).

Uma forma de analisar as mudanças e os resultados alcançados com o Programa 5S no que se refere ao layout e movimentação entre máquinas é a utilização do Diagrama de Movimentação, também conhecido como Diagrama Espaguete.

Para Ray (1992), o Diagrama Espaguete é uma ferramenta de representação das trajetórias realizadas em um processo, compiladas em um único diagrama. Consiste no desenho do layout atual e as movimentações que acontecem entre os processos. O resultado é um aglomerado de trajetórias (RAY, 1992), podendo ser observado onde ocorrem os maiores fluxos de movimentação e seus cruzamentos e, com essa visão, é possível organizar o ambiente de forma que o fluxo seja linear e sem ou com o mínimo de travessias ou cruzamentos ou contra fluxos possíveis.

Gastineau (2009) menciona que o Diagrama Espaguete é eficaz para a visualização de fluxo de materiais, pessoas ou informações em um processo. Assim, o fluxo pode ser melhor visualizado e os desperdícios de movimentação apontados. (DEGUIRMENDJIAN, 2016).

3. MÉTODO DE PESQUISA

A natureza da pesquisa deste trabalho é classificada como aplicada, que produz conhecimento para solução de problemas específicos na prática. É de abordagem quantitativa, pois traduz em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador. Quanto ao objetivo do estudo, é um trabalho explicativo, que identifica os fatores que causam um determinado fenômeno e trata-se de um estudo de caso, pois envolve técnicas de coletas de dados e levantamento de dados. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A pesquisa de campo foi conduzida em uma fábrica de vassouras a partir de garrafas PET. Na indústria, além de visar a redução de desperdícios com eventos Kaizen, se levou em consideração o conceito de sustentabilidade. É uma dimensão considerada crítica para a fábrica em função dos impactos gerados do ponto de vista social, ambiental e econômico com o processo de comercialização de vassourões de garrafa PET.

O *layout* da indústria dificultava estabelecer um controle do processo, já que não haviam lugares definidos para os itens e havia desperdícios de todos os tipos ou categorias. A opção de implementação de práticas da qualidade foi definida a partir da necessidade de reduzir os desperdícios na fábrica, promover uma cultura de melhoria contínua da qualidade, de fácil aplicação e com o menor custos para as mudanças propostas.

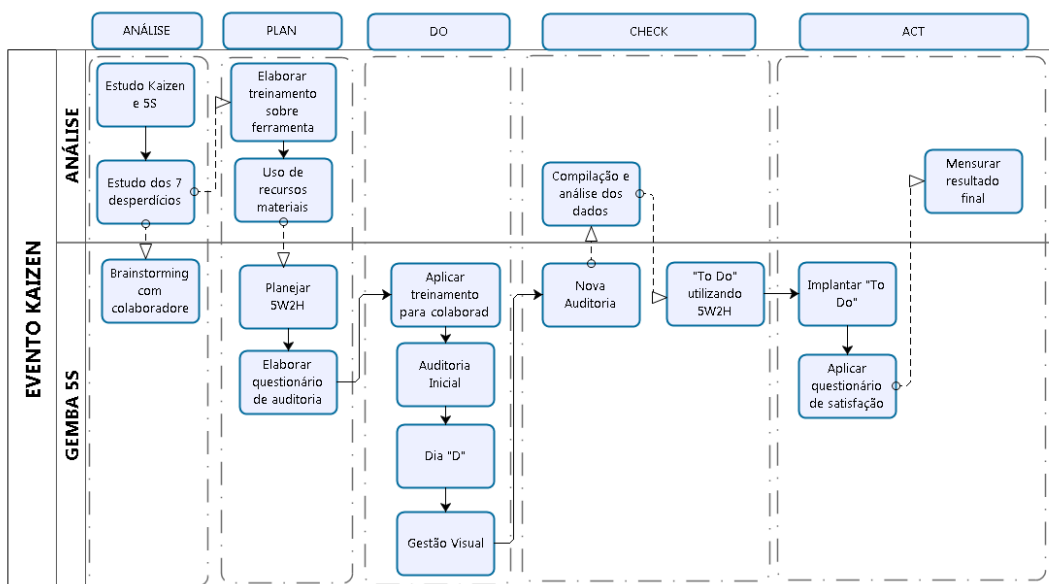


O evento Kaizen e o Programa 5S foram definidos para iniciar as intervenções na fábrica porque a mesma não possuía o sistema de gestão ou controle da qualidade dos processos operacionais. As áreas de produção não eram bem divididas, sendo que insumos estavam alocados junto aos produtos acabados e vice-versa, entre outros pontos observados.

A Figura 1 ilustra o *framework* elaborado para integrar os conceitos do Programa 5S e o método do evento Kaizen. É uma pesquisa de campo desenvolvida seguindo as fases propostas pelo evento Kaizen: Analisar o problema (Análise), Planejar a atividades da melhoria (*Plan*), Executar as melhorias (*Do*), Verificar os resultados alcançados (*Check*) e Agir ou revisar o processo de melhoria (*Act*). Inicialmente analisou-se o processo produtivo da fábrica, sequenciamento da produção, layout da empresa e as atividades que os funcionários realizavam no dia a dia.

Na fase de análise também foram realizadas pesquisas sobre o conceito e funcionamento do evento Kaizen e Programa 5S, definindo, principalmente, as 7 categorias de desperdícios que podem ser identificadas na fábrica. Posteriormente, foi realizado um *brainstorming* entre equipe de pesquisadores e os colaboradores para identificar os pontos de melhoria no processo.

Figura 1 - Framework do Programa 5S e Evento Kaizen.



Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

No Planejamento (*Plan*) elaborou-se o treinamento sobre o evento Kaizen e o Programa 5S. Foram planejadas melhorias no layout da fábrica, visto que os setores não eram bem definidos, e haviam diversos tipos de desperdícios, desde movimentação, espaço, à espera. Toda mudança, antes de aplicada, era aprovada pela gerência da fábrica.

Na fase de planejamento foram realizadas visitas à fábrica, o que permitiu a elaboração do cronograma de trabalho e como a intervenção aconteceria. Atividades conduzidas por meio da ferramenta 5W2H. Também foi elaborado o questionário de Auditoria do Programa 5S.

Na fase Executar (*Do*) todos os colaboradores foram treinados para estarem aptos a responderem o questionário da Auditoria do Programa 5S que foi aplicado sem que ninguém soubesse antes, para não haver tempo de arrumar o ambiente. Depois de realizada a auditoria, iniciou-se a



intervenção (chamada de dia D) que teve duração de 3 dias seguidos, fato que deve ser observado com cuidado, já que uma intervenção longa pode prejudicar o andamento da produção se não for bem planejada.

Nos três dias foram implantados os três primeiros sentidos, o de descarte, organização e limpeza. Inicialmente funcionários e pesquisadores foram divididos em equipes para atuarem em diferentes áreas da empresa, dessa forma, o pesquisador da equipe questionava a utilização de cada item que estivesse naquele setor. O que não era utilizado foi enviado para área de descarte.

Então iniciou-se o senso de organização, onde tudo foi alocado de acordo com o planejado, inclusive o novo layout que havia sido aprovado pela gerência. Com a nova organização, a fábrica passou a adotar um layout por processos, onde cada grupo de itens tinha seu lugar específico (estoque de insumos, estoque de produtos acabados, produção e administração), o que facilita a identificação e encontro do mesmo.

Por último, foi aplicado o senso limpeza em que todos os ambientes e móveis da fábrica foram higienizados. Tal ação deve ocorrer periodicamente para que o ambiente se mantenha limpo. Também foram etiquetados todos os equipamentos, prateleiras e gavetas para que o senso de organização se mantenha com mais facilidade.

Na fase Verificar (*Check*), foi aplicado um novo questionário, que possibilitou a comparação da percepção dos funcionários e pesquisadores em relação ao ambiente antes e após o evento Kaizen. Além disso, foi elaborado a ferramenta 5W2H com todos os *to do*, itens que não puderam ser abordados no dia D, mas que deveriam ser abordadas futuramente.

Finalmente, na fase Agir (*Act*) foram implantados os itens *to do* de acordo com o 5W2H, elaborado na etapa verificar, e foi realizado o Diagrama Espaguete para comparação da quantidade de movimentação antes e depois da implantação do Programa 5S.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da intervenção foram analisados de duas formas. A primeira quanto ao ambiente, organização e limpeza, resultado da aplicação do Programa 5S e outra quanto as melhorias, mudanças e resultados alcançados com a implantação do novo projeto de *layout* na fábrica.

A análise do ambiente foi realizada a partir dos resultados coletados por meio dos questionários, permitindo a comparação entre o antes e depois da aplicação do Programa 5S. Para a avaliação inicial, foram aplicados os mesmos questionários com os pesquisadores e funcionários, porém, se observou que as notas ficaram diferentes entre esses grupos, já que os funcionários estavam habituados àquele ambiente e forma de trabalho, além da ligação emocional com o processo. No entanto, os pesquisadores são imparciais à forma e organização do processo e tem uma visão mais técnica.

No processo de avaliação se observa que há influência também da percepção das pessoas quanto ao ambiente em relação à aplicação do Programa 5S, interferindo na diferença das notas de antes e depois da intervenção. A Tabela 1 apresenta a avaliação final - do antes e depois das mudanças no ambiente de trabalho, realizada pelos funcionários de cada processo da empresa e a equipe de pesquisadores.



Tabela 1 - Resultados da avaliação do ambiente de trabalho.

Ambiente de Trabalho	Funcionários		Pesquisadores	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Administrativo	46%	79%	55%	80%
Estoque de Insumos	72%	78%	59%	80%
Estoque de Produtos Acabado	63%	74%	53%	83%
Produção	70%	75%	55%	81%
Média Final da Fábrica	63%	77%	56%	81%

Fonte: Elaborada pelos/as autores(as).

Nota-se que os resultados da intervenção foram percebidos em uma escala menor pelos funcionários em relação aos pesquisadores, no entanto, as duas opiniões são positivas, com um desempenho da melhoria de 14% e 25%, respectivamente, o que demonstra que houve uma percepção de melhorias por todos os participantes após a intervenção.

A Figura 2 destaca o antes e o depois de uma etapa do processo de produção denominada de Cristalização dos Fios, considerada bastante crítico do ponto de vista da qualidade da matéria-prima, saúde e segurança do trabalho. No ambiente de trabalho (Figura 2 - Depois) observa-se que foi desenvolvido um suporte para telas, que passaram a ser armazenadas de acordo com o tamanho. Também foram organizadas as áreas itens e ferramentas utilizados no forno, deixando o ambiente organizado e somente com o que era necessário ao trabalho.

Outra melhoria de organização do ambiente de trabalho é ilustrada na Figura 3. É destacada a situação do estoque em processo antes da intervenção. São materiais armazenados em um armário que dificultava a identificação dos itens, o controle de estoque e a movimentação. Após a intervenção, o material em processo passou a ser armazenado em uma prateleira e as caixas de armazenagem foram padronizadas e etiquetadas, deixando visível que tipo de material existe em cada local.

Figura 2 - Área do processo de cristalização de fios (antes e depois).



Antes



Depois

Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.



Figura 3 - Organização do estoque de materiais da fábrica (antes e depois).



Antes

Depois

Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

Para a preparação do evento Kaizen também foi realizada uma análise do *layout* da fábrica, utilizando o Diagrama Espaguete. É uma atividade desenvolvida junto com os colaboradores e surgiu a partir da necessidade organizar o ambiente de trabalho e reduzir movimentações desnecessárias dos operados e dos materiais.

Um dos principais processos mapeados é a cristalização do fio da Garrafa PET, ilustrado na Figura 4, que demonstra os fluxos de materiais (movimentação de matéria-prima (fios) e de telas com fios (equipamentos)) e as movimentações livres realizadas pelos operadores antes e depois das mudanças no ambiente de trabalho.

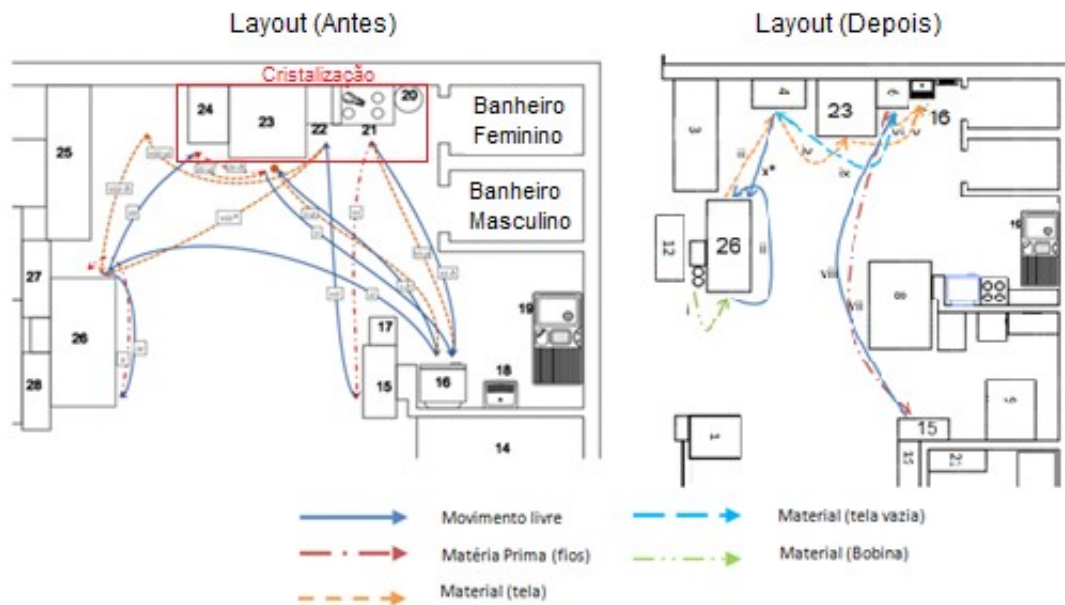
No setor de cristalização foi eliminado o uso do fogão (item 21 do *layout* - Antes) visto que foi adquirido um novo equipamento que substituiu a necessidade de aquecer uma faca para cortar o fio da Garrafa PET após a cristalização. Também foi alterado o local de funcionamento do tanque de resfriamento do fio (item 16), ficando mais próximo ao forno utilizado na cristalização do fio (item 23). Mudança que reduziu a movimentação entre os dois postos de trabalho e, conseqüentemente, reduziu o tempo de operação e a fadiga do colaborador devido à longas caminhadas dentro da fábrica carregando material.

Outro benefício observado no novo *layout* dos postos de trabalho é a identificação e localização dos itens, o que evita erros e tempo de busca por espaço de armazenagem (item 15). Com a análise do Diagrama Espaguete foi evidenciado que foram reduzidos movimentos desnecessários, eliminados contra fluxos ou cruzamentos de produtos em processo, o que garante a redução de movimentação e reduz riscos de colisão entre pessoas que estejam transitando entre diferentes postos de trabalho

A seqüência dos movimentos e a distância percorrida pelos operadores no processo de cristalização de fio de Garrafa PET, antes e depois da intervenção, representada na Figura 4, é descrita no Quadro 1.



Figura 4 - Visão do fluxo de movimentação no processo de cristalização de fios da garrafa PET.



Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

Destaca-se que algumas atividades podem tomar direções diferentes dependendo do que será realizado, sequência indicada por letra (a, b) na lista de movimentos no posto de trabalho. Além disso, não foi contabilizado na distância total percorrida pelos funcionários nas movimentações realizadas como alternativas de fluxo de movimentação, mas somente as principais (marcadas com linha contínuas), de forma que a análise de antes e depois da intervenção fossem similares. Ao finalizar o evento Kaizen no layout da fábrica, apenas no processo de cristalização de fios foi reduzido um deslocamento de 8,85 metros da rotina de trabalhos dos operadores.

Quadro 1 - movimentos e distância percorrida pelos operadores no processo de cristalização.

Movimento	Movimentação - Antes		Movimentação - Depois		
	Distância (m)	Descrição	Movimento	Distância (m)	Descrição
i-a	4,12	Tirar a tela do forno e levar ao tanque	i	0,64	Colocar a bobina na desbobinadeira
i-b	4,12	Volta do tanque para buscar outra tela	ii	2,05	Pegar tela
Ii	5,32	Caminhar até a máquina para retirar a tela	iii	1,90	Levar tela com fio da desbobinadeira à estante
Iii	2,05	Levar a tela até a bancada	iv	1,50	Pegar ela do forno e levar ao tanque
iv-a	0,90	Levar a tela ao forno	v	1,70	Pegar tela do tanque e levar até bancada para retirar fios
iv-b	0,90	Caminhar de volta para pegar outra tela	vi	0,65	Levar até a bancada para retirar fios
V	4,12	Caminhar ao tanque	vii	6,32	Levar fios até o estoque de produto em processo
vi-a	3,66	Tirar a tela do tanque e levar ao forno	viii	6,32	Pegar tela vazia da bancada
vi-b	3,66	Voltar para pegar outra tela	ix	2,77	Levar tela vazia à estante
vi	3,36	Colocar a matéria prima no	x*	1,90	Caso não tenha mais telas



		estoque semiacabado			com fios, pegar da desbobinadeira
vii	3,36	Voltar para a bancada			
viii-a	2,70	Armazenar as telas ao lado da bancada	TOTAL	23,85	
viii-b	1,91	Levar as telas até a máquina			
viii*	3,95	Ou buscar as telas armazenadas ao lado do forno			
ix	1,42	Caminhar para arrumar o carretel na máquina			
x	1,42	Ligar a máquina e voltar na parte correspondente ao processo de enrolar os fios na tela			
TOTAL	32,70				

Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

A análise de outro setor crítico da empresa, Tufagem de Vassouras de Garrafa Pet. usando o Diagrama Espaguete também apresentou uma redução dos movimentos realizados pelos operadores. Neste setor, o número de movimentação reduziu de 10 movimentações para 5. Em termos de distância percorrida foi registrada uma diferença de 19,41 metros a menos.

A análise também permitiu realizar um balanceamento da operação, isto é, uma tarefa que era realizada no setor de Tufagem denominada de etiquetagem das vassouras passou a ser realizada no setor de acabamento, o que permitiu reduzir 9,21 metros percorridos. A Tabela 2 indica o desempenho alcançado com a redução das distâncias percorridas nos dois principais setores da empresa.

Tabela 2 – Benefícios das melhorias realizadas para reduzir a movimentação nos setores.

Setores	Movimentação (m)		Distância Reduzida (m)	Desempenho (Redução) (%)
	Antes	Depois		
Cristalização	32,70	25,75	8,85	26 %
Tufagem	44,25	24,84	19,41	43 %

Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

A redução da necessidade de deslocamentos também está relacionada com a aplicação do Programa 5S. No Programa 5S foram executadas ações de organização do ambiente de trabalhos e sinalização dos materiais ou itens armazenados nas prateleiras disponíveis nos setores. Com o uso do Diagrama Espaguete também foi possível eliminar cruzamentos no fluxo de materiais e movimentação dos operadores, o que claramente reduz a distância e tempo de deslocamento, facilita a organização do trabalho e reduz a probabilidade de acidentes de trabalho.

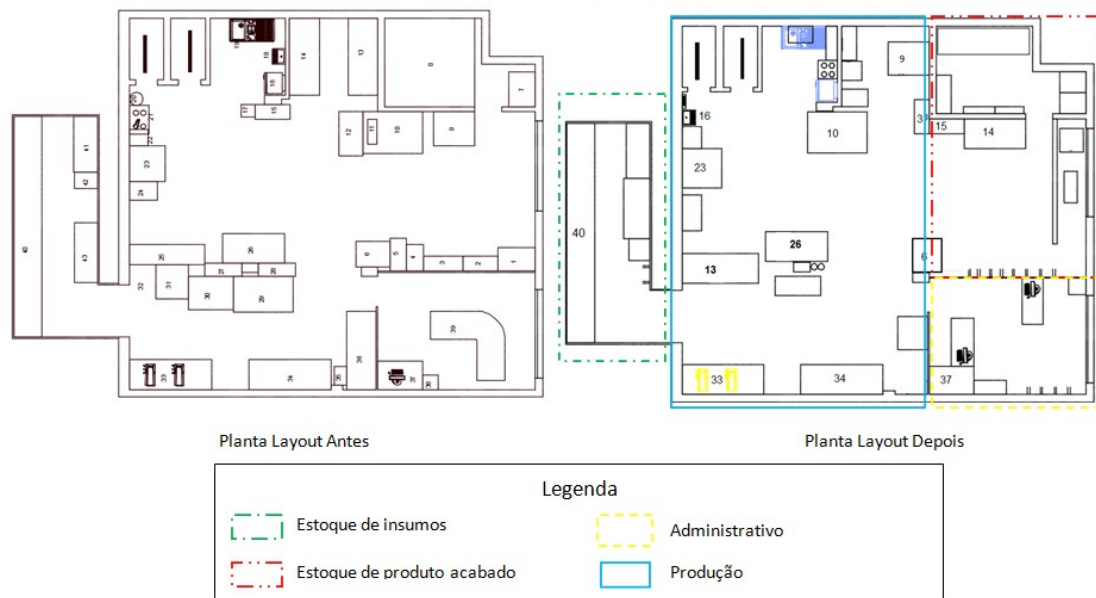
A Figura 5 compara o resultado final alcançado na fábrica com as mudanças de layout realizada com a análise do Diagrama Espaguete e Eventos Kaizen. A organização, utilização e limpeza do ambiente de trabalho permitiu enxergar vários móveis inadequados as atividades da fábrica e conscientizar sobre a necessidade de utilizar e distribuir o espaço físico de uma forma mais adequada as operações. A fábrica foi setorizada, o que permitiu que determinados locais fossem acessados somente quando necessário, como, por exemplo, os estoques de insumo e de produtos acabados.



As melhorias conduzidas ajudaram a reduzir os desperdícios decorrentes das movimentações, já que materiais que eram utilizados em uma mesma atividade ficaram no mesmo ambiente e de forma que o processo ocorresse linearmente, sem ser necessário ir e voltar a todo tempo, realizando movimentações cruzadas.

A redução do desperdício com movimentações permite controlar e aumentar a capacidade de produção. Resultados que são alcançados com a redução do tempo de operação e organização do ambiente de trabalho. Além disso, reduz a probabilidade de acidentes de trabalho e a fadiga dos operadores uma vez que foram reduzidas as distâncias percorridas.

Figura 5 - Planta *Layout* e setorização.



Fonte: Elaborada pelos/as autores/as.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou a aplicação do Programa 5S durante um evento Kaizen em uma fábrica de vassouras de PET e mostrou formas de avaliar os resultados dessa intervenção por meio da aplicação do Diagrama Espaguete. Além disso, foi introduzido procedimentos de auditorias dos processos operacionais com o objetivo de manter os resultados alcançados com a implantação das práticas da qualidade.

Para a implementação dos conceitos foi adotado o evento Kaizen. Nesta abordagem foram planejadas as atividades relacionadas com o Programa 5S, a análise e avaliação do *layout* da fábrica, aplicação do questionário e o treinamento para os funcionários quanto as práticas propostas. O dia D teve duração de três dias e a participação de funcionários e pesquisadores. Após a intervenção houve desenvolvimento da ferramenta 5W2H com os itens *to do*, uma nova aplicação do questionário e do Diagrama Espaguete, além da finalização das atividades pendentes.

Os resultados observados foram a redução dos desperdícios e o aumento da produtividade da fábrica, a melhoria do ambiente quanto à organização, o estresse dos funcionários, o clima organizacional e a segurança e saúde do trabalho. Resultados alcançados com melhorias na



iluminação e ventilação, organização dos materiais e ferramentas, sinalização, reforma física do prédio, concertos do sistema elétrico, adequações das máquinas e equipamentos as Normas Regulamentadoras, principalmente, NR 12 – Máquinas e Equipamentos. Os impactos das melhorias no ambiente organizacional foram monitorados a partir dos resultados das avaliações realizadas durante as auditorias, que em média aumentou 20% o nível de satisfação dos funcionários com relação ao ambiente de trabalho.

Com a aplicação do Diagrama Espaguete se constatou uma redução de movimentação desnecessária de 18,08 metros nas principais atividades de fabricação do vassourão de garrafas PET.

As principais dificuldades no desenvolvimento deste trabalho foram: a) Intervenção em toda a fábrica de uma só vez realizada em três dias, fato que requer bom planejamento e disciplina para que não haja prejuízo à produção; b) Apego emocional à objetos e processos, dificultando o descarte dos mesmos; c) Falta de seriedade para responder o questionário, o que tornou necessário o descarte de algumas respostas; e d) Diagrama Espaguete anterior à intervenção ser feito por pessoas diferentes das que fizeram após a intervenção.

O Programa 5S permite, além de um ambiente mais limpo e organizado, a padronização por meio da etiquetagem o que melhora a gestão visual da empresa. A mudança de *layout* também proporcionou ainda redução de desperdícios e melhor movimentação dos funcionários e materiais no processo.

6. REFERÊNCIAS

ALVARADO-RAMÍREZ, K. M. *et al.* Kaizen, a continuous improvement practice in organizations A comparative study in companies from Mexico and Ecuador. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.255-268, 2018.

ÁLVAREZ-GARCÍA, J.; DURÁN-SÁNCHEZ, A.; RÍO-RAMA, M. de la C. del. Systematic bibliometric analysis on Kaizen in scientific journals. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.356-370, 2018.

ARYA, A. K.; JAIN, S. K. Impacts of Kaizen in a small-scale industry of India: a case study. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.5, n.1, p.22-44, 2014.

ARYA, A.K.; CHOUDHARY, S. Assessing the application of Kaizen principles in Indian small-scale industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.6, n.4, p.369-396, 2015.

BESSANT, J. *et al.* Rediscovering continuous improvement. **Technovation**, v.14, n.1, p.17-29, 1994.

CAFFYN, S. Development of a continuous improvement self-assessment tool. **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n.1, p.1138-1153, 1999.

CARNERUD, D.; JACA, C.; BÄCKSTRÖM, I. Kaizen and continuous improvement: trends and patterns over 30 years. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.1754-2731, 2018.

CHIARINI, A.; BACCARANI, C.; MASCHERPA, V. Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy: a conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.425-438, 2018.



CHUNG, C.H. The Kaizen Wheel: an integrated philosophical foundation for total continuous improvement. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.409-424, 2018.

DEGUIRMENDJIAN, S. C. **Lean healthcare**: aplicação do Diagrama de Espaguete em uma unidade de emergência. 2016. 143 f. Tese (Pós Graduação em Enfermagem) – Programa de Pós Graduação em Enfermagem, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

DOOLEN, T. L. *et al.* Kaizen Events and Organizational Performance: A Field Study. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.57, p.637-658, 2008.

FONSECA, L. M.; DOMINGUES, J. P. The best of both worlds? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations. **The TQM Journal**, v.30, n.4, p.321-334, 2018.

GALDAMEZ, E. V. C. *et al.* Melhoria da produtividade por meio do mapeamento de processo e balanceamento da produção: impacto em uma indústria de vassouras. **Revista SODEBRAS**, ed.124, 2016.

GALDAMEZ, E. V. C. *et al.* Implementação do programa 5S por meio de um evento Kaizen em uma indústria de vassouras de PET reciclado. **Revista SODEBRAS**, ed.139, 2017.

GARCÍA, J. *et al.* Human critical success factors for kaizen and its impacts in industrial performance. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.70, n.9, p.2187–2198, fev. 2014.

GARCÍA, J.; RIVERA, D.; INIESTA, A. Critical success factors for Kaizen implementation in manufacturing industries in Mexico. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.68, n.1, p.537-545, set. 2013.

GASTINEAU, D. A.; DIETZ A. B.; PADLEY, D. J. **Human cell therapy laboratory**: improvement project. EUA: Mayo Clinic, 2009.

GLOVER, W. *et al.* Characteristics of established kaizen event programs: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**, v.33, n.9, p.1166-1201, 2013.

HABIDIN, N.F. *et al.* Total productive maintenance, kaizen event, and performance. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.35, n.9, p.1853-1867, 2018.

HAMEL, M. R. Kaizen Event Fieldbook: foundation, framework, and standard work for effective events. **Society of Manufacturing Engineers**, 2010.

HO, S. Workplace learning: the 5-S way. **Journal of Workplace Learning**, v.9, n.6, p.185-191, 1997.

HO, S., CICMIL, S., FUNG, C. The Japanese 5-S practice and TQM training. **Training for Quality**, v.3, n.4, p.19-24, 1995.

IWAO, S. Revisiting the existing notion of continuous improvement (Kaizen): literature review and field research of Toyota from a perspective of innovation. **Evolutionary and Institutional Economics Review**, p.1-31, 2017.



- JACA, C. *et al.* The impact of a readiness program for implementing and sustaining continuous improvement processes. **The TQM Journal**, v.28, n.6, p.869-886, 2016.
- KHAN, S.A. *et al.* Application of continuous improvement techniques to improve organization performance: a case study. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.10, n.2, p.542-565, 2019.
- MACPHERSON, W.G. *et al.* Kaizen in Japan: transferring knowledge in the workplace. **Journal of Business Strategy**, v.39, n.3, p.40-45, 2018.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. **Universidade Fevale**, Novo Hamburgo, ed.2, 2013.
- PSOMAS, E.; ANTONY, J. Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.36, n.5, p.815-839, 2019.
- RANDHAWA, J.S.; AHUJA, I.S. 5S implementation methodologies: literature review and directions. **Int. J. Productivity and Quality Management**, v.20, n.1, 2017.
- RANDHAWA, J.S.; AHUJA, I.S. Empirical investigation of contributions of 5S practice for realizing improved competitive dimensions. **Int. J. Productivity and Quality Management**, v.35, n.3, p.779-810, 2018.
- RAY, T.S. Foraging behavior in tropical herbaceous climbers: British Ecological Society. **Journal of Ecology**, v.80, 1992.
- SHARMA, A.; MOODY, P. E. **A máquina perfeita**. New York: Prentice Hall, 2003.
- SHETTAR, M. *et al.* KAIZEN: a case study. **Journal of Engineering Research and Applications**, v.5, n.5, p.101-103, mai. 2015.
- STOILJKOVIC, V; TRAJKOVIC, J; STOILJKOVIC, B. Lean six sigma sample analysis process in a microbiology laboratory. **Journal of Medical Biochemistry**, Belgrado, v.30, ed.4, 2011.
- TOMPKINS, J. A. *et al.* **Facilities planning**. 2. ed. New York: John Wiley, 1996.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v.48, n.11, p.1148, nov. 1997.

Submetido em: **26/11/2018**

Aceito em: **11/09/2019**