

A IMPORTÂNCIA DO COLABORADOR “WATER SPIDER” EM CÉLULAS DE PRODUÇÃO QUE ATUAM SEGUNDO OS PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA LEAN

Izabela Simon Rampasso, izarampasso@gmail.com¹
Rosley Anholon, rosley@fem.unicamp.br¹

¹ Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Rua Mendeleyev, 200, Campinas, São Paulo, Brasil

Resumo: A manufatura enxuta se caracteriza com um tema amplamente estudado pela literatura, entretanto, verificam-se poucos trabalhos acadêmicos quando analisado estudos específicos acerca da função desenvolvida pelo colaborador Water spider ou Mizusumashi (em japonês). Muitos gestores lean ainda visualizam esta função como o simples suporte ao operador de produção em uma célula de manufatura, principalmente em relação à alimentação de materiais, mas torna-se importante destacar que tal função pode se caracterizar como elemento chave na melhoria do desempenho de uma célula. Assim, mediante ao exposto, este artigo tem por objetivo principal comprovar que tal função está diretamente relacionada ao bom desempenho de uma célula que atua segundo os princípios da filosofia lean. Para alcançar tal objetivo, desenvolveu-se inicialmente uma revisão sistemática da literatura sobre a função e sobre sua inserção na filosofia lean e, na sequência, um estudo de caso em uma empresa brasileira produtora de manômetros. Os resultados decorrentes do estudo de caso constataram que a função do colaborador water spider é fundamental para o bom desempenho da célula analisada e que, quando esta função é bem exercida, ganhos em produtividade e competitividade podem ser alcançados. A originalidade deste artigo reside na temática abordada, pois poucos são as pesquisas acadêmicas acerca da função waterspider. Sua implicação prática reside no fato de que os resultados aqui relatados podem ser utilizados tanto por pesquisadores acadêmicos (como base inicial para futuras pesquisas) quanto por profissionais de empresas (na análise e melhoria do desempenho de células de produção).

Palavras-chave: Filosofia Lean; Water spider; Mizusumashi; Estudo de caso.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente competitivo global exige das empresas maior capacidade de agregação de valor de suas operações, exigindo que as mesmas ofereçam produtos e/ou serviços de qualidade a custo adequados de produção (Drews et al, 2016; Esteves et al, 2014; Glaser-Segura et al, 2011 e Lopes e Frota, 2015). Torna-se necessário analisar criticamente os processos produtivos e identificar oportunidades de melhorias a fim de potencializar os resultados e, neste contexto, destaca-se a filosofia *lean* (Rother e Shook, 2012). Empresas que utilizam a filosofia *lean* obtêm maior vantagem competitiva em comparação com organizações que operam do modo tradicional (Glaser-Segura et al, 2011), pois procuram eliminar desperdícios e agregar valor ao que realmente importa para o cliente final (Deif, 2012; Esteves et al, 2014).

Os ganhos de produtividade decorrentes da adoção da filosofia *lean* são observados em diversos tipos de organizações de diferentes setores econômicos, tais como indústria automobilística, indústria manufatureira geral, construção civil, comércio varejista, serviços, entre outros (Drews et al, 2016; Glaser-Segura et al, 2011 e Kogel e Becker, 2016). Isto é decorrente do fato do *lean* ser uma forma de pensar e gerenciar uma organização (Kogel e Becker, 2016).

Dentro da filosofia *lean*, coexistem dois tipos de práticas, as chamadas *soft practices* e as *hard practices*. As *soft practices* são aquelas relacionadas à gestão de pessoas e suas inter-relações mencionando-se, como exemplo, treinamento e capacitação dos colaboradores, programas de melhoria contínua, desenvolvimento de trabalhos em grupo como os Círculos de Controle da Qualidade (CCQ), entre outras. As *hard practices*, por sua vez, estão associadas às ferramentas técnicas e analíticas do *lean* tais como dimensionamento de células, definições dos mapas de fluxo de valor, etc. Em geral, obtêm melhores resultados decorrente da implantação da filosofia *lean* aquelas empresas que se dedicam arduamente tanto às práticas *softs* quando às práticas *hard* (Bortolotti et al, 2015).

O desenvolvimento da função *water spider* (ou *mizusumashi* como denotado em alguns artigos científicos) pode ser inserido dentro do contexto das *soft practices* da filosofia *lean*. Na maior parte da literatura, tal função é atrelada somente

ao abastecimento de materiais aos postos de trabalho de uma célula (Almeida, 2015; Esteves et al, 2014; Ichikawa, 2009; Marques et al, 2013; Moreira, 2010 e Rocha, 2012), mas o *water spider* possui outras atribuições (Loureiro, 2009) e é um elemento essencial na busca pela maior produtividade.

Apesar da grande importância desta função, pouco são os trabalhos acadêmicos publicados em bases científicas sobre o assunto, criando-se desta forma uma lacuna a ser explorada. Ademais, quando existentes, tais artigos focam apenas a tradicional concepção do *water spider* como um colaborador que alimenta postos de trabalho em células de produção. Assim, mediante ao exposto, este artigo tem por objetivo analisar a importância do colaborador denominado “*water spider*” em células de produção que atuam segundo os princípios da filosofia *lean* e como o mesmo pode contribuir para o aumento da produtividade. Utiliza-se inicialmente da estratégia de revisão sistemática da literatura para levantar as principais características desta função e, posteriormente, apresenta um estudo de caso em uma empresa brasileira produtora de manômetros. Destaca-se a originalidade deste artigo, visto que não foram encontrados na literatura trabalhos semelhantes com o mesmo objetivo e ressalta-se sua aplicação prática tanto para pesquisadores acadêmicos quanto para profissionais de mercado.

Além desta introdução, o presente artigo é composto por mais quatro seções. A seção dois é dedicada a revisão da literatura sobre os temas filosofia *lean* e sobre a função *water spider*. A seção três apresenta os procedimentos metodológicos que permitem a replicação da pesquisa por outros pesquisadores caso assim desejem. A seção quatro apresenta os resultados decorrentes do estudo de caso, debatendo os mesmos a luz da literatura e, por fim, a seção cinco apresenta as conclusões deste trabalho. Lista-se ao final as bibliografias utilizadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Produção Enxuta e Filosofia *Lean*

Desenvolvido no Japão a partir do final da Segunda Guerra Mundial e conhecido no mundo inteiro a partir da publicação do livro “*The machine that changed the world*”, em 1990 (Anholon e Sano, 2016; Glass et al, 2016; Heloani, 2012; Lopes e Frota, 2015 e Ohno, 1997), a produção enxuta é uma filosofia de produção que tem como objetivo reduzir desperdícios e fazer produtos com qualidade, gerando assim, maior satisfação dos clientes e menores custos para a empresa (Glaser-Segura et al, 2011 e Liker e Ogden, 2012). Como exemplo histórico dos diferenciais que a adoção desta filosofia proporcionou à indústria automotiva japonesa, torna-se interessante citar Womack e Jones (1998), segundo o qual no auge os fabricantes japoneses poderiam ser considerados de duas a dez vezes mais produtivos que os fabricantes europeus e norte-americanos, dependendo do processo analisado.

Os autores Womack e Jones (1998) evidenciaram ao mundo ainda outros detalhes da filosofia implantada pelos japoneses que permitiu amplo crescimento da produtividade. Definiram, em sua obra, os conceitos de valor, a cadeia de valor, fluxo, a produção puxada e perfeição como os princípios da filosofia *lean* por meio da busca da melhoria contínua. Outros autores, posteriormente, reforçaram estes conceitos e princípios. O valor é definido como aquilo que é desejado pelo cliente e, portanto, etapas do processo produtivo que não estejam relacionadas a esta característica devem ser eliminadas (Dun et al, 2016). A cadeia de valor (ou fluxo de valor) corresponde a integração de todos os processos produtivos desde a colocação do pedido por parte do cliente até sua entrega (Alony e Jones, 2008 e Rother e Shook, 2012). Esta cadeia de valor deve ser analisada criticamente em relação a oportunidades de melhorias e atuação sinérgica dos processos (Rother e Shook, 2012), visando o fluxo produtivo. O fluxo de uma produção enxuta deve ser contínuo e resultante de uma produção puxada pelo cliente, seja ele o cliente final ou o processo posterior, afinal na produção enxuta é o cliente quem determina o que é valor e também o ritmo da produção (Alony e Jones, 2008 e Womack e Jones, 1998). Por fim, a perfeição deve ser sempre almejada por meio da melhoria contínua e cumprimento dos princípios da filosofia *lean* (Womack e Jones, 1998).

Visando sempre a perfeição, parâmetros como qualidade e custos tornam-se alvos dos programas de melhoria contínua, que usualmente na filosofia *lean* recebe o nome de programas *kaizen* ou simplesmente *kaizen* (Alony e Jones, 2008; Conti et al, 2006; Hunter e Black, 2007; Womack e Jones, 1998 e Yang et al, 2016). Tal programa se caracteriza como uma abordagem holística de melhoria, muitas vezes atrelada ao PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) (Drews et al, 2016).

Como o valor é definido pelo cliente final da empresa, tudo aquilo que ocorre no processo produtivo, mas que não está associado ao conceito de valor torna-se plausível de minimização ou eliminação, caracterizando-se assim como desperdício (Esteves et al, 2014). No *lean*, há uma preocupação constante em produzir mais, utilizando menos recursos, sejam eles equipamentos, tempo, espaço ou esforço dos operadores (Esteves et al, 2014). Os sete tipos de desperdícios, identificados por Ohno, a que uma produção está sujeita são: de espera, de superprodução, de transporte, de processamento, de estoque, de movimento e de produtos defeituosos (Ohno, 1997). Como salientado, tratam-se de atividades que não acrescentam valor ao produto e que, portanto, devem ser minimizadas ou eliminadas (Monden, 2015; Rother e Shook, 2012 e Womack e Jones, 1998). A redução de desperdícios tem duas razões para ser feita: a necessidade de reduzir custos e de aumentar a produtividade. Ambas as razões constituem importantes alvos da produção enxuta (Monden, 2015 e Rother e Shook, 2012).

O programa 5S caracteriza-se com um importante programa de qualidade a ser adotado dentro da filosofia *lean* e que muito contribuirá para a redução de desperdícios. Este programa tem como base a classificação, a organização, a limpeza, a padronização e a disciplina e se caracteriza com um dos alicerces da filosofia *lean* (Liker, 2005). O objetivo do programa 5S é manter o ambiente de trabalho sempre limpo e organizado, com cada item no lugar delimitado previamente determinado, sendo eliminado aquilo que não é necessário (Womack e Jones, 1998).

Dois outros elementos fundamentais da produção enxuta precisam ser mencionados: o Just In Time (JIT) e a Autonomia (Coriat, 1994; Jabbour et al, 2013; Monden, 2015; Ohno, 1997 e Shah e Ward, 2007). A autonomia tem como objetivo assegurar a qualidade do produto para o cliente final por meio de um sistema de detecção de erros que garante a conformidade do produto (Monden, 2015). Foi desenvolvida inicialmente na indústria têxtil visando a parada de máquinas em caso de operações anormais (Liker, 2005), mas posteriormente tal conceito foi ampliado por Ohno para a paralização de um posto de trabalho em caso de problemas ou defeitos, sendo conferida ao operador esta responsabilidade (Coriat, 1994). Logicamente, a responsabilidade pela decisão de paralisar de um posto de trabalho deve ser acompanhada de conhecimento e discernimento, algo que só é conseguido pela maior capacitação dos colaboradores de uma empresa (Monden, 2015). O JIT, por sua vez, está associado a filosofia puxada de produção, exigindo que as matérias primas e componentes cheguem aos postos de trabalho somente no momento em que forem ser utilizados, garantindo-se níveis corretos de qualidade e custos (Ohno, 1997). As solicitações destas matérias primas e componentes ocorrem por meio de um dispositivo denominado *kanban*. O *kanban* é o elemento responsável pela comunicação entre os processos, possibilitando que um determinado posto de trabalho saiba o que o posto de trabalho posterior necessita (Coriat, 1994; Monden, 2015 e Ohno, 1997). A mesma lógica continua processo a processo, até que se atinja as necessidades finais dos clientes. Tal estratégia reduz consideravelmente o nível dos estoques existente, reduz o nível de recursos financeiros necessários à produção e evidenciam problemas que antes não eram observados, criando-se assim oportunidades de melhorias (Esteves et al, 2014).

Na filosofia *lean*, tanto o comprometimento dos funcionários quanto o enriquecimento do trabalho são considerados aspectos relevantes. O termo enriquecimento do trabalho refere-se ao aumento das habilidades e das tarefas do trabalhador, fazendo com que o mesmo desenvolva uma visão crítica em relação ao ambiente produtivo e possa assim contribuir para seu melhor desempenho. O operário precisa, em uma produção enxuta, ser capaz de identificar e manter sob controle as variações que ocorrem na produção, diferenciando-se do funcionário tradicional (Arezes et al, 2015). A polivalência de funções, o enriquecimento do trabalho e a visão crítica estão relacionados aos princípios da autonomia (Coriat, 1994).

Coimbra (2009 *apud* Scheller e Miguel, 2014) estrutura os conceitos e princípios apresentados anteriormente em quatro categorias e as organiza em um modelo denominado *Lean Thinking Model*. As quatro categorias mencionadas são: estabilidade básica; fluxo de produção; fluxo de logística externa; e fluxo de logística interna. Na categoria “estabilidade básica”, estão inclusos itens como fluxo puxado, trabalho padronizado, qualidade, gestão visual e melhoria contínua. Na etapa “fluxo de produção”, estão itens associados ao setup, à autonomia, ao projeto da célula, entre outros. Na etapa “fluxo de logística externa”, encontra-se o planejamento puxado total, expedição e entrega, entre outros. O *water spider*, tema central deste artigo e que será debatido no item 2.2 desta revisão da literatura, encontra-se no fluxo de logística interna, na mesma etapa do planejamento puxado dos processos, da sincronização, do nivelamento da produção e do supermercado (Scheller e Miguel, 2014).

2.2. *Water spider*

Water spider (ou Mizusumashi, como definido pelos japoneses) é o termo utilizado no contexto de células de produção que operam segundo a filosofia *lean* para designar o colaborador responsável pela transferência de materiais e/ou informações (Esteves et al, 2014 e Moreira, 2010), tornando esta atividade mais simples, eficiente e flexível (Rocha, 2012). A referida função está totalmente relacionada ao conceito de redução de desperdícios, uma vez que atuando no abastecimento das células via *kanban*, o *water spider* permite ao sistema atuar de forma puxada e com mínimo estoque (Esteves et al, 2014; Ichikawa, 2009 e Marques et al, 2013).

Por assegurar o abastecimento de células e supermercados produtivos, o *water spider* caracteriza-se como elemento fundamental no fluxo de logística interna da empresa, conforme apontado por Coimbra (2009 *apud* Scheller e Miguel, 2014). Como operador logístico interno, ele precisa abastecer os postos de trabalho no momento certo e com as quantidades corretas de itens, evitando a paralização de células decorrente da falta de material ou desperdícios pelo excesso de itens. Para que isso ocorra de forma satisfatória é importante que as peças a serem transportadas estejam identificáveis, em quantidades pequenas e que o *water spider* possua uma rota pré-determinada para realizar o ciclo de abastecimento da célula (Almeida, 2015; Ichikawa, 2009 e Rocha, 2012).

Almeida (2015) lista alguns requisitos fundamentais para o bom desempenho da função *water spider* em uma célula de montagem, sendo os mesmos apresentados a seguir: colaboradores que atuam dentro da célula devem se dedicar exclusivamente às montagens e deixar o abastecimento para o *water spider*; a quantidade de peças e o intervalo de abastecimento de itens e componentes devem ser previamente definidos; o abastecimento sempre deve respeitar o método FIFO (*First In, First Out*); quando possível recomenda-se a utilização de prateleiras inclinadas, com a clara

definição de entradas e saídas; os componentes devem ser disponibilizados para os operadores em, pelo menos, duas caixas; e os fluxos tanto de operação como de abastecimento devem ser contínuos.

Em relação ao desenvolvimento das rotas a serem seguidas pelo *water spider*, é importante que os corredores de entrega, os mecanismos de transporte e os locais de abastecimentos estejam bem definidos. Com a correta definição destes itens, torna-se possível otimizar o trabalho do colaborador e alimentar múltiplas células ao mesmo tempo dentro do sistema produtivo de uma empresa (Esteves et al, 2014).

A boa atuação do colaborador *water spider* permite baixos níveis de estoques e possibilita aos trabalhadores que atuam dentro da célula máxima eficiência, visto que não precisam se preocupar com tarefas de reabastecimento de componentes e itens em cada posto de trabalho, dedicando-se assim às atividades que realmente agregam valor ao produto. Além desses benefícios, pode-se citar a simplificação dos fluxos de informação e de material entre postos de trabalho, o incentivo a maior organização, a otimização das operações de abastecimento, a redução do espaço ocupado no chão de fábrica, maior produtividade, maior facilidade na detecção de problemas e, como consequência, menores lotes de produção (Almeida, 2015; Martins, 2014; Moreira, 2010).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Etapas Desenvolvidas

A pesquisa descrita por este artigo foi desenvolvida segundo etapas bem estruturadas. Inicialmente, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com o intuito de obter conhecimentos relacionados à filosofia *lean* e à função denominada *water spider*. Posteriormente, selecionou-se uma empresa brasileira produtora de manômetros e, tendo como foco a função *water spider*, desenvolveu-se um estudo de caso. Os conhecimentos adquiridos por meio de revisão sistemática da literatura permitiram análises e debates das informações levantadas por meio do estudo de caso.

Para a revisão da literatura foram dedicados três meses. As fontes consultadas estiveram relacionadas a livros, teses e às seguintes bases científicas: Springer, Scopus, Web of Knowledge, Elsevier, Periódico Capes (sendo esta uma base brasileira) e banco de teses e dissertações de universidades internacionais. A de se destacar que o banco de teses da Universidade do Porto foi o único a apresentar teses e dissertações acadêmicas versando sobre o tema. Outro ponto a se mencionar é que o tema é pouco abordado na literatura científica, destacando-se assim a originalidade deste artigo. Com a base conceitual estabelecida, procedeu-se com a seleção da empresa a ser estudada, sendo dedicada a esta atividade um mês. A técnica do estudo de caso tem como objetivo a investigação em profundidade de um determinado fenômeno em que seu contexto seja relevante (Gil, 2010 e Yin, 2015). No caso desta pesquisa, o fenômeno corresponde à importância da *water spider* para o bom desempenho de células produtivas que atuam segundo a filosofia *lean*. Os autores deste artigo puderam estabelecer contatos iniciais com a empresa via e-mail, apresentaram seus objetivos e agendaram visitas. Foram realizadas duas visitas para a coleta de dados, ocasião na qual foi possível entrevistar o diretor industrial da empresa e os colaboradores atuantes no sistema *lean*.

Por analisar uma empresa e estabelecer conclusões a partir de premissas verdadeiras, esta pesquisa pode ser classificada como dedutiva do ponto de vista dos métodos amplos (Marconi e Lakatos, 2003). Por ter como objetivo descrever e analisar comportamentos e padrões relacionados a atuação de uma determinada função dentro da filosofia *lean*, valendo-se de estudo de caso e dados de entrevistas, a pesquisa é classificada como qualitativa (Cavalcante et al, 2014; Gil, 2010 e Silva e Menezes, 2005). Em geral o objetivo de pesquisas qualitativas é explicar o objeto de estudo, por meio da compreensão das ligações entre os elementos (Cavalcante et al, 2014), fornecendo percepções e entendimento de um fenômeno (Malhotra, 2012). Além disso, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois buscou-se uma melhor compreensão (Gil, 2010) acerca de uma função nos sistemas produtivos pouco explorada pelas pesquisas acadêmicas. Frente a possibilidade de utilização dos resultados obtidos por outros acadêmicos e profissionais de mercado, esta pesquisa classifica-se ainda como aplicada (Silva e Menezes, 2005).

Como salientado anteriormente, as fontes de evidência utilizadas foram observações diretas no ambiente produtivo e entrevistas com o diretor industrial da empresa, engenheiro responsável pela gestão das células e colaboradores que atuam no sistema *lean*, seguindo as recomendações proposta por Yin (2015). Duas visitas foram realizadas à empresa, com a finalidade de observar o sistema produtivo e entender melhor a real função do *water spider* e, ao mesmo tempo, realizar as entrevistas.

As entrevistas foram desenvolvidas de forma semi-estruturada. Segundo Yin (2015), neste tipo de entrevista os pesquisadores estruturam pontos relevantes sobre os quais desejam conhecer a opinião dos entrevistados, mas permitem complementos dentro do tema em questão. Cria-se assim um protocolo de pesquisa com maior fluidez e potencializa-se a coleta de dados. Os dados obtidos foram registrados por meio de anotações dos pesquisadores.

Para analisar as informações coletadas ao longo das entrevistas, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo. A análise de conteúdo visa depurar dados de uma comunicação, seja esta comunicação apresentada de forma verbal ou textual (Cavalcante et al, 2014). A análise de conteúdo realizada nesta pesquisa valeu-se das seguintes etapas: 1) transcrição e leitura do conteúdo levantado nas entrevistas; 2) tabulação das anotações extras realizadas durante o estudo de caso e entrevistas; 3) análise da existência de nuances nas respostas obtidas; 4) seleção e análise de dados relevantes sobre o tema *water spider*; 5) redação do texto final, com as informações obtidas e selecionadas.

3.2. Caracterização da empresa selecionada para o estudo de caso

A empresa utilizada para o presente estudo de caso é uma multinacional, presente em mais de 40 países, fabricante de medidores de pressão, temperatura, nível e vazão, além de calibradores. Contabilizando os números da matriz e de todas as filiais, o grupo possui 9.000 funcionários e fatura 845 milhões de Euros com uma produção de 50.000.000 de peças por ano e aproximadamente 200.000 peças por dia. Operando no Brasil desde 1985, a empresa está instalada atualmente no interior de São Paulo e possui 300 funcionários. Devido às necessidades do mercado em que atua, a empresa possui as certificações ISO 9001, ISO 14001 e ABNT ISO/IEC 17025:2005. A empresa ainda possui três laboratórios de metrologia dentro de sua planta, todos creditados pelo CGCRE (RBC/INMETRO).

Entre os produtos fabricados pela empresa estão: instrumentos para medição eletrônica, mecatrônica e mecânica de pressão; selos diafragma; instrumentos para medição elétrica, mecatrônica e mecânica de temperatura; poços de proteção; instrumentos para a medição de nível; elementos primários para medição de vazão; instrumentos de calibração para os valores físicos de pressão e temperatura; e acessórios.

É importante ressaltar que, apesar do escopo dos produtos da empresa analisada ser bastante amplo, o foco da pesquisa desenvolvida neste artigo concentra-se na produção de manômetros. Entre as razões para isso está o fato da produção de manômetros ser realizadas nas células mais desenvolvidas da organização, trata-se do produto com maior volume de produção da planta.

4. Análise dos Resultados e Debates

A elaboração dessa sessão teve como base dados obtidos pelo estudo de caso e entrevistas realizadas versando sobre o tema *water spider*. É importante salientar desde já que na empresa em questão o profissional *water spider* possui maior importância do que aquela relatada na literatura. Os parágrafos a seguir detalham as características desta função da empresa.

Um primeiro ponto que deve ser salientado é que ninguém entra na empresa como *water spider*, eles são selecionados dentre os colaboradores que atuam no sistema *lean*. O *water spider* precisa ser polivalente e, nesta empresa, se caracteriza como um funcionário de extrema importância. Acima dele encontra-se somente o engenheiro ou técnico responsável por verificar a conformidade da produção com as especificações. Para ser introduzido na produção, o *water spider* precisa ser devidamente treinado e estar qualificado para exercer todas as funções de uma célula. Isso explica a necessidade de um funcionário trabalhar dentro das células antes de ser eleito *water spider*. Além disso, precisa conhecer também a fundo a filosofia *lean*, com especial atenção para os princípios 5S, *Kaizen* e *Management for Daily Improvement*.

Cada *water spider* trabalha com um conjunto de células, para as quais ele presta diversos serviços e, em função disso, seu salário é rateado pelas linhas clientes. Entre as habilidades necessárias para a função o colaborador deve possuir habilidades técnicas como montagem, calibração e inspeção de manômetros. Em suma, precisa ser polivalente e atuar de forma sinérgica com as células que auxilia. Entre as funções exercidas pelo *water spider* na empresa destacam-se:

- A função de facilitador (operador logístico) e de abastecimento das células de produção;
- A realização de atividades não repetitivas, que antes eram executadas pelos operadores da célula. Cita-se como exemplo, a realocação de bandejas para acomodação de manômetros finalizados;
- O auxílio nos cálculos de produtividade da célula e custos produtivos;
- A substituição de operários ausentes, mantendo assim o ritmo de produção e, consequentemente, a produtividade da célula;
- Atuar como operador extra em caso de queda do takt-time. A queda do takt-time exige maior produtividade das células e, em determinadas situações, reestruturação de ciclos de trabalho. As células da empresa em questão são preparadas para atuarem com 4, 5 ou 6 funcionários. Quando necessário, o *water spider* assume a posição deste sexto funcionário.
- Colaborar na solução de problemas associados ao fluxo e mau desempenho das células com as quais está envolvido.

As reposições de peças são realizadas a partir de rondas conduzidas pela fábrica. Além disso, os operadores utilizam o *Andon* quando precisam ser substituídos na célula (para ir ao banheiro, por exemplo) e também para pedir a reposição de algum componente. Os componentes ficam disponíveis para serem utilizados nas células em duas caixas *Kanban*. A quantidade a ser disponibilizada é feita a partir da curva ABC de consumo de componentes em períodos anteriores.

Dos benefícios citados na literatura decorrentes da existência do *water spider* na produção, o único que os entrevistados discordam é o relativo ao controle de produtividade. De acordo com eles, o referido funcionário é capaz de dar suporte a esta atividade. Em relação aos demais itens, todos foram confirmados sem ressalvas.

A presença do *water spider* de fato simplifica tanto os fluxos de informações como o de materiais e estimula a organização do trabalho. Por executar uma série de tarefas que não agregam valor ao produto, que antes eram realizadas

pelos operadores da célula, o *water spider* possibilita maior produtividade do sistema produtivo. Finalmente, como o abastecimento de componentes é realizado de forma mais frequente, torna-se possível trabalhar com menores lotes de produção e desta forma reduzir desperdícios.

Conforme relatado anteriormente, a função de *water spider* na empresa analisada é mais ampla do que a descrita pela literatura, visto que o mesmo desenvolve diversas funções e contribui de forma significativa para a produtividade do sistema produtivo. Destaca-se o fato deste funcionário realizar tarefas que não agregam valor à concepção da célula, deixando assim os operadores principais livres para desenvolverem as tarefas que realmente agregam valor. Salienta-se ainda o auxílio no monitoramento do ritmo de produção, pois ao repor as caixas *kanban* no tempo takt, faz com que atrasos ou ociosidades fiquem visíveis ao supervisor; e, por fim, colabora para a identificação de oportunidades de melhoria. Constata-se assim que na empresa em questão, as funções do *water spider* são mais amplas que as apontadas na literatura, permitindo ganhos significativos em termos de produtividade.

5. CONCLUSÃO

Para sobreviverem em um mercado global e com alto nível de competitividade, as organizações buscam constantemente obter maior eficácia em suas operações por meio de redução de custos, aumento da qualidade e da flexibilidade, melhoria nos processos, inovação, entre outros fatores. A filosofia *lean* está diretamente relacionada a estes objetivos e auxilia as empresas na busca pela maior produtividade e competitividade (Lopes e Frota, 2015).

Este artigo teve como objetivo analisar a importância do colaborador *water spider* no contexto da produção enxuta, valendo-se de uma revisão sistemática sobre o tema e de um estudo de caso em uma empresa produtora de manômetros. O primeiro ponto a ser salientado é que a literatura apresenta poucos artigos versando sobre o assunto, deixando clara uma lacuna a ser melhor explorada pela literatura. Ademais, observa-se ainda que a literatura consultada considera como função do *water spider* apenas o transporte de materiais e informações, não evidenciando outros benefícios. Conforme pôde ser aferido a partir da análise dos dados referentes ao estudo de caso, a função de operador logístico interno se caracteriza apenas como uma das funções de *water spider*, sendo também destacado o auxílio nos cálculos de produtividade e de custos da célula, a substituição de operários ausentes - mantendo assim o ritmo de produção almejado - a solução de problemas e a atuação como colaborador extra interno da célula com a queda do tempo takt. Observa-se que na empresa em questão, o *water spider* se caracteriza como elemento chave na busca pelo aumento de produtividade e sobrevivência da empresa no longo prazo.

A pesquisa descrita por este artigo apresenta como limitação o fato de ter sido realizada em uma única empresa. Entretanto, é importante destacar a qualidade das informações coletadas frente a escassa literatura existente sobre o tema. Como pesquisas futuras, recomenda-se a realização de um panorama mais amplo acerca das funções desenvolvidas pelo *water spider* em outras empresas que adotam a filosofia *lean*.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento concedido, o qual foi em parte utilizado para a realização desta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- Almeida, D.A.P., 2015, “Aplicação de Técnicas de Melhoria Contínua Ao Abastecimento de Linhas de Montagem”, Porto University.
- Alony, I. and Jones, M., 2008, “*Lean* supply chains, JIT and cellular manufacturing - the human side”, Issues in Informing Science and Information Technology, Vol. 5, p. 165.
- Anholon, R. and Sano, A.T., 2016, “Analysis of critical processes in the implementation of *lean* manufacturing projects using project management guidelines”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 84, No. 9, pp. 2247–2256.
- Arezes, P.M., Dinis-Carvalho, J. and Alves, A.C., 2015, “Workplace ergonomics in *lean* production environments: A literature review”, Work, Vol. 52, No. 1, pp. 57–70.
- Bortolotti, T., Boscari, S. and Danese, P., 2015, “Successful *lean* implementation: Organizational culture and soft *lean* practices”, International Journal of Production Economics, Vol. 160, pp. 182–201.
- Cavalcante, R.B., Calixto, P. and Pinheiro, M.M.K., 2014, “Análise de conteúdo: Considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método”, Informacao E Sociedade, Vol. 24, No. 1, pp. 13–18.
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B. and Gill, C., 2006, “The effects of *lean* production on worker job stress”, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26, No. 9, pp. 1013–1038.
- Coriat, B., 1994, “Pensar Pelo Averso: O Modelo Japonês de Trabalho e Organização”, UFRJ/ Revan, Rio de Janeiro.
- Deif, A.M., 2012, “Assessing *lean* systems using variability mapping”, Procedia CIRP, Vol. 3, No. 1, pp. 2–7.
- Drews, T., Molenda, P., Oechsle, O. and Steinhilper, R., 2016, “Value-focused Design of *Lean* Production Systems Based on a System Dynamics Approach”, Procedia CIRP, Vol. 50, pp. 478–483.

- Dun, D.H., Hicks, J.N. and Wilderom, C.P.M., 2016, “Values and behaviors of effective *lean* managers: Mixed-methods exploratory research”, *European Management Journal*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.05.001>.
- Esteves, R.R., Fontana, B.R.B., Araripe, R.T. de A., Garcia, M. and Muraro, D.X.S., 2014, “Projeto de um transportador logístico para melhoria do fluxo interno em uma empresa do setor óptico”, XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba.
- Gil, A., 2010, “Como Elaborar Projetos de Pesquisa”, Ed. Atlas, São Paulo.
- Glaser-Segura, D.A., Peinado, J. and Graeml, A.R., 2011, “Fatores influenciadores do sucesso da adoção da produção enxuta: uma análise da indústria de três países de economia emergente”, *Revista de Administração*, Vol. 46, No. 2004, pp. 423–436.
- Glass, R., Seifermann, S. and Metternich, J., 2016, “The Spread of *Lean* Production in the Assembly, Process and Machining Industry”, *Procedia CIRP*, Vol. 55, pp. 278–283.
- Heloani, R., 2012, “Gestão e Organização no Capitalismo Globalizado: História da Manipulação Psicológica no Mundo do Trabalho”, Ed. Atlas, São Paulo.
- Hunter, S.L. and Black, J.T., 2007, “*Lean* Remanufacturing: a Cellular Case Study”, *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, Vol. 6, No. 2, pp. 129–144.
- Ichikawa, H., 2009, “Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly”, *Proceedings - Winter Simulation Conference*, pp. 2272–2280.
- Jabbour, A.B.L.D.S., Teixeira, A.A., Freitas, W.R.D.S. and Jabbour, C.J.C., 2013, “Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil”, *Revista de Administração*, Vol. 48, No. 4, pp. 843–856.
- Kogel, W. and Becker, J.M.J., 2016, “Development of Design Support Tool for New *Lean* Production Systems”, *Procedia CIRP*, Vol. 41, pp. 596–601.
- Liker, J.K., 2005, “O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão Do Maior Fabricante Do Mundo”, Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Liker, J.K. and Ogden, T.N., 2012, “A crise da Toyota: como a Toyota enfrentou o desafio dos recalls e da resseção para ressurgir mais forte”, Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Lopes, T.O. and Frota, C.D., 2015, “Aplicação dos conceitos do *lean* manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso”, XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Loureiro, S., 2009, “*Water spider*”, Porto University.
- Malhotra, N.K., 2012, “Pesquisa de Marketing. Uma Orientação Aplicada”, 6th ed., Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Marconi, M.A. and Lakatos, E.M., 2003, “Fundamentos de Metodologia Científica”, 5th ed., Ed. Atlas, São Paulo.
- Marques, A.F., Alves, A.C. and Sousa, J.P., 2013, “An approach for integrated design of flexible production systems”, *Procedia CIRP*, Vol. 7, pp. 586–591.
- Martins, S.B.S., 2014, “*Lean* Na Produção E Na Não Produção”, Porto University.
- Monden, Y., 2015, “Sistema Toyota de Produção: Uma Abordagem Integrada Ao Just-in-Time”, Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Moreira, P.C.R., 2010, “Criação de Fluxo No Sector Têxtil”, Porto University.
- Ohno, T., 1997, “O Sistema Toyota de Produção: Além Da Produção Em Larga Escala”, Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Rocha, R.E.P.S., 2012, “Análise E Dimensionamento de Sistemas Para Abastecimento a Linhas de Montagem”, Porto University.
- Rother, M. and Shook, J., 2012, “Aprendendo a Enxergar: Mapeando O Fluxo de Valor Para Agregar Valor E Eliminar O Desperdício”, *Lean Institute Brasil*, São Paulo.
- Scheller, A.C. and Miguel, P.A.C., 2014, “Adoção dos seis sigma e *lean* production em uma empresa de manufatura”, *Produção Online*, Vol. 14, No. 4, pp. 1316–1347.
- Shah, R. and Ward, P.T., 2007, “Defining and developing measures of *lean* production”, *Journal of Operations Management*, Vol. 25, No. 4, pp. 785–805.
- Silva, E.L. and Menezes, E.M., 2005, “Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação”, 4 ed., Ed. Portal.
- Womack, J.P. and Jones, D.T., 1998, “A Mentalidade Enxuta Nas Empresas: Elimine O Desperdício E Crie Riqueza”, Ed. Campus, Rio de Janeiro.
- Yang, Y., Lee, P.K.C. and Cheng, T.C.E., 2016, “Continuous improvement competence, employee creativity, and new service development performance: A frontline employee perspective”, *International Journal of Production Economics*, Elsevier, Vol. 171, pp. 275–288.
- Yin, R.K., 2015, “Estudo de Caso: Planejamento E Métodos”, 5th ed., Ed. Bookman, Porto Alegre.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

THE IMPORTANCE OF “WATER SPIDER” EMPLOYEE IN PRODUCTIONS CELLS THAT PERFORM ACCORDING TO LEAN PHILOSOPHY PRINCIPLES

Izabela Simon Rampasso, izarampasso@gmail.com¹
Rosley Anholon, rosley@fem.unicamp.br¹

¹ Department of Manufacturing Engineering and Materials, State University of Campinas. Mendeleyev Street, 200, Campinas, São Paulo, Brazil

Abstract: *Lean Manufacturing is a theme widely studied in literature, however, there are few academic works when it is analyzed specific studies about the function developed by Water spider or Mizusumashi (in Japanese) employee. Many lean managers still visualize this function as a simple support for production operator in a manufacturing cell, especially in relation to materials feed, but it is important to highlight that this function can be characterized as a key element in the cell performance improvement. Therefore, by the above, this article have as a prime aim to prove that this function is directly related to the good performance of a cell that perform according to lean philosophy principles. To reach this objective, it was initially developed a systematic literature review about the function and about its insertion in lean philosophy and, in the sequence, a case study in a Brazilian company that that manufactures pressure gauges. The study case results verified that the function of the employee water spider is essential for the good performance of the analyzed cell and that, when this function is properly exerted, productivity and competitiveness gains can be reached. The originality of this article lies in the thematic addressed, because there are few academic researches about water spider function. Its practical implication lies in the fact that the results reported here can be used by both academic researchers (as an initial basis for future research) and by business professionals (in the analysis and improvement of production cells performance).*

Key-words: *Lean Philosophy; Water spider; Mizusumashi; Case Study.*