

**Análise do Mapeamento Fluxo de Valor na indústria têxtil
com foco na Redução do Desperdício em Malharia Circular**

**Value Stream Mapping in the Textile Industry
with focus on Reducing Waste on Circular Knitting**

Andrew Silva Teodoro Vieira* – andrewstv@yahoo.com.br
Daniel Luiz de Mattos Nascimento* – daniel_nascimento@id.uff.br

*Universidade Federal Fluminense – (UFF), Niterói, RJ

Article History:

Submitted: 2018 - 05 - 06 Revised: 2018 - 08 - 02 Accepted: 2018 - 08 - 12

Resumo: O presente estudo é realizado em uma empresa atuante no ramo têxtil com grande participação no mercado nacional. Para tanto, demonstra-se o cenário atual sobre o fluxo de materiais entre os setores de malharia circular (produção de tecidos em meia malha) e beneficiamento de tecido (tingimento e/ou estampagem), confrontando-o com objetivo de identificar possíveis melhorias incrementais. Sendo assim, propõe-se a utilização de preceitos do *Lean Systems* para otimização de processos, tais como, *Just in Time* e Mapeamento do Fluxo de Valor, relatando os possíveis benefícios após a implantação do cenário proposto, projetando os ganhos através de estatística descritiva. A implementação deste trabalho pode ser um fator crítico de sucesso em prol da excelência operacional, visando assim a redução dos custos produtivos e aumentando a competitividade.

Palavras-chave: Fluxo de materiais; Competitividade; *Just in Time*; Mapeamento do Fluxo de Valor; Otimização de processos

Abstract: This present study is conducted in an active textile company with a high national market share. For such, it shall demonstrate the current standard of material flow between the circular knitting sector (half stitch production) and the tissue beneficiation sector (dyeing and/or stamping), confronting it with the objective of identifying possible incremental improvements. It is thus proposed the use of principles from the Lean Systems for process optimizations, like Just in Time and Value Stream Mapping, reporting the possible benefits after implementation of the proposed system, and projecting the gains through descriptive statistics. The implementation of this research can be a critical success factor for operational excellence, thus aiming to reduce production costs and increasing competitiveness.

Keywords: Material flow; Competitiveness; Just in Time; Value Stream Mapping; Optimization Processes

1. Introdução

A indústria têxtil é altamente competitiva e lucrativa, tanto no Brasil quanto no mundo. Em território nacional, há mais de 29 mil empresas formais, alcançou o posto de 2ª área que mais gera empregos na indústria da transformação, faturando US\$ 45 bilhões de dólares (representa 16,7% dos empregos nacionais e 5,7% do faturamento da indústria de transformação brasileira), sendo assim, tornando-se o quarto maior produtor de malha do mundo (ABIT, 2017). Entretanto, considerando o cenário global, o mercado brasileiro vem perdendo espaço para o mercado asiático em todos os níveis da produção, desde a fiação até o produto acabado. O preço do algodão chinês em 2011 custava aproximadamente US\$ 2,00 por libra, em 2016 passou a custar US\$ 0,60 por libra, contra US\$ 1,45 por libra do algodão nacional (Just-Style, 2016).

A mão de obra asiática, também é mais atraente para as empresas do que a brasileira. Conforme Zitan (2012), países como Bangladesh, Vietnã, Mianmar, Camboja e Índia possuem salário mensal média de 130 dólares. Já a China possui planos de automatizar sua linha de produção, com a meta de economizar US\$ 69 milhões por ano em custos com o aumento de eficiência e de capacidade de trabalho (Middlehurst, 2015). Esta forte concorrência fez com que a indústria têxtil brasileira perdesse forças ao longo dos últimos anos. Foram importadas da China mais de US\$ 2 bilhões em produtos da área (Assunção, 2013). Mediante essa disputa fez com que mais de 23 mil micros e pequenas empresas brasileiras fechassem as portas (Matos e Bruning, 2011).

Uma das deficiências do setor têxtil, segundo Andrade (2006) é a falta de sincronismo entre o planejamento e a produção nas diversas etapas da cadeia de valor, gerando desperdícios e improdutividade. Analisando todas as etapas de produção da cadeia de valor, as mais citadas na literatura são o tecido (tingimento e estamparia) e a fiação, conforme pode ser observado nas obras de (Souza, 2008; Kant, 2012; Chequer *et al.*, 2013). Segundo Saleeshya *et al.* (2012) são áreas críticas da cadeia de valor de qualquer área têxtil, devido ao impacto ambiental que ambas as áreas cuasam e a influência direta no produto final, assim como, a percepção de valor pelo cliente. Ambos os processos influenciam ou são influenciados, diretamente da área de malharia (a fiação produz o fio que será utilizado na malharia para confeccionar o tecido que será beneficiado).

Nesse contexto, o propósito deste trabalho é analisar como obter melhorias operacionais no setor de malharia circular de uma empresa do ramo têxtil de grande porte, assim como, a gestão por fluxos dos tecidos produzidos até o acabamento, utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) para identificar possíveis melhorias e projetar seus possíveis ganhos tanto em lead time quanto na redução de desperdícios. Nas seções seguintes, apresentam-se a revisão da literatura, onde possuem todas as informações necessárias para desenvolver e compreender o modelo proposto de VSM. Em seguida, a metodologia da pesquisa é detalhada e descrita. Na seção de resultados, o estado atual da amostra estudada, na próxima seção teremos a projeção do estado futuro. Por fim, na quinta seção é relatado os possíveis ganhos que o estado futuro pode trazer para a companhia, considerando os comentários conclusivos.

2. Revisão da literatura

2.1. *Lean Manufacturing (LM)*

Um sistema *Lean* corretamente implantado pode trazer diversos benefícios, tais como, redução de desperdícios e custos, redução do lead time (reduzindo assim o tempo de resposta ao cliente), aumento da qualidade do produto ou serviço, entre outros (Ceryno e Possamai, 2008). Para alcançar esses benefícios, são aplicados diversos conceitos, tais como, VSM, *kanban*, *Just in Time*, 5S, Manutenção produtiva total (TPM), célula de manufatura, troca rápida de ferramentas (SMED), entre outros (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

O *Lean Systems* teve sua origem no Japão após a segunda guerra mundial com Taiichi Ohno (1997), sendo desenvolvida com o foco de ampliar a eficiência dos processos internos por meio de três termos, *muda*, *mura* e *muri*. Conforme Hines *et al.* (2008) *muda* significa desperdícios, que pode ser caracterizado como qualquer coisa que não adicione valor. *Mura* consiste no desequilíbrio da produção, o desbalanceamento do trabalho ou máquinas. Enquanto a palavra *Muri* representa a superprodução por uma máquina ou posto de serviço. Segundo Womack (2006) é importante que no início da implantação de LM, se possível, deve-se focar na eliminação de *mura* e *muri*. Isso ajudará a criar um ambiente estável de um departamento, o que fará com que *muda* seja eliminado de forma muito mais rápida e com resultado permanente.

Sendo assim, podem ser observados aplicações do LM na indústria têxtil com a realização de mudanças no layout físico afim de se diminuir os desperdícios (Lista, 2017), no ramo clínico

para diminuir erros de preenchimento de guias (Martins *et al.*, 2016), inclusive em combinações com outras metodologias, como o *Six Sigma*, objetivando melhoria contínua e incremental em uma linha de montagem (Taquetti *et al.*, 2017).

2.2. *Kanban*

O *kanban*, quando bem implantado, pode ser utilizado como uma alternativa aos meios eletrônicos de controle de produção. Desta forma se obtém redução no custo do processamento da informação; uma rápida e precisa aquisição do bem necessário e se evita a produção desnecessária, já que somente será requisitado o material que for utilizado (Sugimori *et al.*, 2007). Ao se utilizar o *kanban*, os processos são limitados pelo fluxo de trabalho (Kniber e Skarin, 2009), assim, há melhoras no *lead time*. Conforme dito por Ohno (1997), suas funções são: fornecer informações sobre a produção; impedir a superprodução e transporte excessivo; substituir as ordens de produção; e impedir produtos defeituosos revelando os problemas existentes. Mas é necessário seguir algumas regras para que o processo funcione corretamente, como exemplo: se retirar apenas os produtos necessários, nas quantidades e tempo corretos; produzir somente o necessário para se repor o que foi consumido; garantir que nenhum item seja produzido ou movimentado sem um *kanban*; produtos defeituosos não devem ser enviados; sempre buscar a redução do número de *kanbans*. O *kanban* pode ser aplicado em diversos tipos de indústrias e serviços, como na indústria de equipamentos eletrônicos para automação industrial (Biachini *et al.*, 2017), para projetos de manutenção de soluções por *software* (Silva *et al.*, 2012) e na área hospitalar (Vargas *et al.*, 2016).

2.3. *Value Stream Mapping* (VSM)

Esta abordagem do Lean Systems é uma técnica desenvolvida com o objetivo de fornecer uma visão de todas as etapas do produto ou serviço, da matéria prima até sua entrega ao cliente. Rother e Shook (2012) identificaram algumas etapas para o VSM, dentre elas: identificar os processos básicos, identificar o fluxo, coletar as informações, identificar os estoques intermediários, identificar os fornecedores, identificar os clientes, ilustrar os fluxos de informação e definir a linha do tempo. VSM pode ser utilizado como ponto de partida para aplicações de demais técnicas *lean* (Seth e Gupta, 2012), pois, segundo Womack e Jones (2004), o seu objetivo é realizar um mapeamento claro de um processo de forma que se identifique quais processos agregam ou não

valor ao cliente. Desta forma é possível identificar desperdícios e buscar a otimização dos processos.

O VSM é utilizado tradicionalmente como uma ferramenta de lápis e papel, onde o primeiro passo para sua implantação é realizar uma fotografia atual (chamado de estado presente) da área de estudo, utilizando uma série de símbolos padrões, indicando seus processos e valores importantes. (Abdulmalek e Rajgopal, 2007). Entretanto, o estado presente nem sempre pode representar uma imagem fiel do processo em um cenário estocástico, onde importantes características do processo são variáveis, como a demanda do cliente, tempo de operação e quebras de maquinários (Ferrin *et al.*, 2005). Isto torna o VSM, em seu estado original, uma ferramenta com grave deficiência de dados, onde a construção do estado futuro depende da capacidade de abstração de cada analista (Lima *et al.*, 2016). A aplicação de métodos de simulação permite que resultados sejam verificados antes de serem implantados, reduzindo assim custos na etapa de planejamento. Onde se utilizado em conjunto com o VSM, potencializa a produção de um estado futuro assertivo. O uso de um sistema de coleta de dados integrados ajuda a maximizar a eficiência do VSM, mantendo um banco de dados sempre atualizado, corrigindo assim a falha causada pelo excesso de variáveis da ferramenta em seu estado original (Gurumurthy e Kodali 2011).

O VSM inclui todas as atividades, aquelas que agregam valor ao cliente, as que não agregam valor, e também as atividades de suporte a criação (ou execução) de um produto (ou serviço). Se compara o tempo total das operações que agregam valor com o *lead time* total do processo, quanto maior a diferença entre o tempo de operação com o *lead time*, maior é o potencial de ganho (Edtmayr *et al.*, 2015). Primeiro se seleciona a família do produto/serviço que irá ser analisado, então é feito um desenho do estado atual, onde o mesmo representa o processo atual da empresa. A partir de sua análise, é projetado o estado futuro, que consiste nas modificações que o processo receberá com a finalidade de elevar seu desempenho. Onde após a implementação desse estado futuro, o mesmo se tornará o novo estado atual, reiniciando assim o ciclo de melhoria contínua (Rother e Shook, 2012).

Exemplificações de implantações do VSM podem ser observadas na indústria de manufatura plástica (Lasa *et al.*, 2008), produtos de embalagem de papel (Martins e Cleto, 2016), com foco na produção de água e energia (Davies e Merwe, 2016) e no gerenciamento de pessoas

(Emiliani e Stec, 2004). Também é possível utilizar o VSM juntamente com ferramentas de simulação (Lian e Landeghem, 2007), como demonstrado por Gahagan (2007) e Woehrle e Abou-Shady (2010).

Os métodos estatísticos aplicados em uma simulação são determinístico, estocástico e/ou bayesiano, onde, segundo Law e Kelton (1991), o determinístico é aplicado quando o modelo não contém variáveis, onde a saída é pré determinada em função dos elementos de entrada. Conforme Rubinstein e Kroese (2017), nesta categoria de simulação as relações lógicas entre os modelos são fixas (não aleatórias), concluindo em um resultado também fixo. Enquanto um modelo estocástico é utilizado quando se tem elementos aleatórias, a sua simulação é feita através de um modelo probabilístico, logo, deve ser tratado apenas como uma estimativa. Segundo Bogoni (2009), esses elementos aleatórios são inseridos através de modelos matemáticos, como Monte Carlo e Hipercubo Latino, onde os dados gerados serão utilizados como parâmetros da tomada de decisão.

Já o modelo bayesiano, conforme McNamara *et al.* (2006), afirmam que se calcula a probabilidade de ocorrência por meio da observação e análise de dados já comprovados utilizando nossos conhecimentos prévios. O modelo utiliza esse conhecimento para interferir no cálculo de ocorrência de elementos probabilísticos, como por exemplo, no caso de calcular qual a probabilidade de uma pessoa, ao acaso, realizar um exame médico e ela estar contaminada, sabendo que o exame não é preciso, ele dá positivo apenas 90% das pessoas contaminadas e indica um resultado negativo para 80% das pessoas que não possuem a doença, e que essa doença afeta 1% da população.

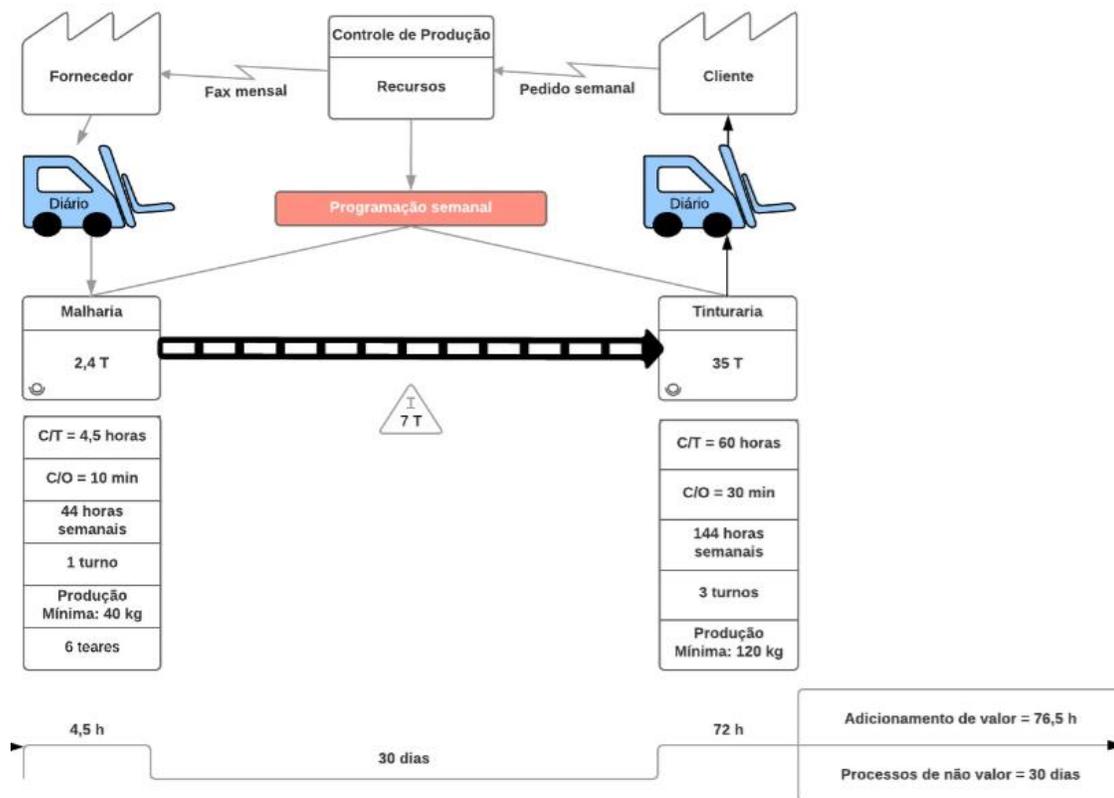
3. Resultados

3.1. Estado atual

A empresa analisada atua na área têxtil, sendo uma das principais e influentes marcas nacionais do segmento. Ela opera num sistema verticalizado, isto é, produz 95% dos componentes necessários para a fabricação de seus produtos. Assim, possui fabricação própria de seus tecidos, rendas, elásticos e bordados, ou seja, toda a sua produção é feita de forma interna, com exceção de algumas rendas exclusivas (que são importadas) ou quando se precisa vender mais do que sua capacidade de produção, onde a empresa compra o material faltante de parceiros de sua cadeia de

suprimentos. Tal estratégia, além de propiciar um ótimo preço final, garante o controle da empresa sobre a qualidade dos produtos, como a combinação entre a tonalidade de tecidos e demais componentes de uma peça. Portanto, possuindo mais de 5.200 funcionários diretos, a empresa produz mais de 40 milhões de peças por ano. Toda a definição do que será produzido se inicia no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), onde semanalmente é definido quais itens serão necessários e a quantidade de cada um deles para a formação das peças que serão vendidas. Esta informação é repassada a cada um dos setores produtivos, em forma de Ordens de Fabricação (OFs) individuais, onde os mesmos serão responsáveis de fabricar a quantidade determinada e enviá-las ao respectivo almoxarifado para aguardo de sua utilização pelo setor posterior.

Figura 1 – VSM – Estado Atual



Fonte: Os autores (2018)

Conforme demonstrado no VSM, o setor da malharia circular possui a capacidade de produção de 2,4 T de tecido semanais, enquanto o setor de tinturaria possui capacidade de 35 T. Vale ressaltar que a tinturaria processa tecidos de três fontes distintas, sendo duas unidades de

produção interna e externa. Sendo assim, neste presente trabalho é analisado apenas os tecidos de *Jersey* meia malha (tecido formado apenas por pontos simples), especificamente os de material sintético, que são oriundos apenas do setor de malharia circular, que é uma das unidades internas de produção.

3.2. Malharia circular

Os itens produzidos pelo setor de malharia circular são os tecidos de meia malha, de fibras naturais (como algodão e bambu) ou sintéticas (como poliamida, poliéster e viscose). Para produzir tais tecidos, é utilizado um tear circular. O equipamento é alimentado com os fios desejados, e através do movimento circular de suas agulhas (motivo pelo qual a máquina é batizada desta forma) é formado o ligamento *Jersey* do tipo meia malha. Na Figura 2 temos um exemplo desse modelo de tear.

Figura 2 – Tear circular de malha



Fonte: TRM Têxtil, 2018

Na OF recebida pelo setor malharia circular, vem especificado quais artigos terão que ser produzidos e a quantidade de cada um deles. É chamado de artigo todo tipo diferente de tecido produzido pelo setor, esses tecidos podem ser distintos na composição ou em suas características físicas. Estes são nomeados como uma codificação de três letras (onde se identifica os fios que são compostos) e uma numeração sequencial que auxilia a distinguir os artigos com mesma composição. A Tabela 1 ilustra como é formada a OF que o setor recebe.

Tabela 1 – Atual Ordem de Fabricação da Malharia Circular

Ordem de Fabricação - Malharia Circular	
Semana 19	
Artigos	Quantidade
ABC 001	5.013 kg
ABC 002	2.536 kg
ABC 003	72 kg
XYZ 007	13.467 kg
XYZ 012	9.831 kg

Fonte: Os autores (2018)

O responsável pelo setor da malharia define quais e quantas máquinas irão produzir o pedido pela OF. Conforme os tecidos forem saindo dos teares, os mesmos são embalados, colocados em um carro de transporte e enviados para o almoxarifado de tecido cru. Para facilitar a identificação das peças pós embalagem, a empresa definiu que cada artigo produzido é embalado com plástico de cores distintas. A armazenagem do tecido é realizada, utilizando o modo de pilhagem, ou seja, os rolos de tecidos são colocados um em cima do outro formando uma pirâmide. Cada artigo fica armazenado em uma pilha diferente, de forma a agilizar o processo de separação das peças e envio para o setor subsequente.

Figura 3 - Tecido separado em pilhas por artigo



Fonte: Os autores (2016)

Conforme exibido na Figura 3, pode-se observar a forma como o tecido é armazenado. Um dos objetivos deste estudo é demonstrar, através de análise com estatística descritiva, uma projeção de ganhos ao otimizar o processo e minimizar o desperdício no sistema enxuto de produção proposto.

3.3. Causas fundamentais do problema identificado

Com o alto tempo de armazenamento dos tecidos no modo atual, podem ocorrer diversos desvios de qualidade, como marcas de óleo, vincos e graus de enrolamento. Foram contabilizados, ao longo de todo ano de 2017, todos os defeitos gerados nos tecidos provenientes da malharia circular. Esses defeitos contabilizaram mais de 15.000 kg da produção da tinturaria, equivalente a 20% da produção do setor nestes mesmos artigos (artigos de meia malha), conforme pode ser observado na Tabela 2.

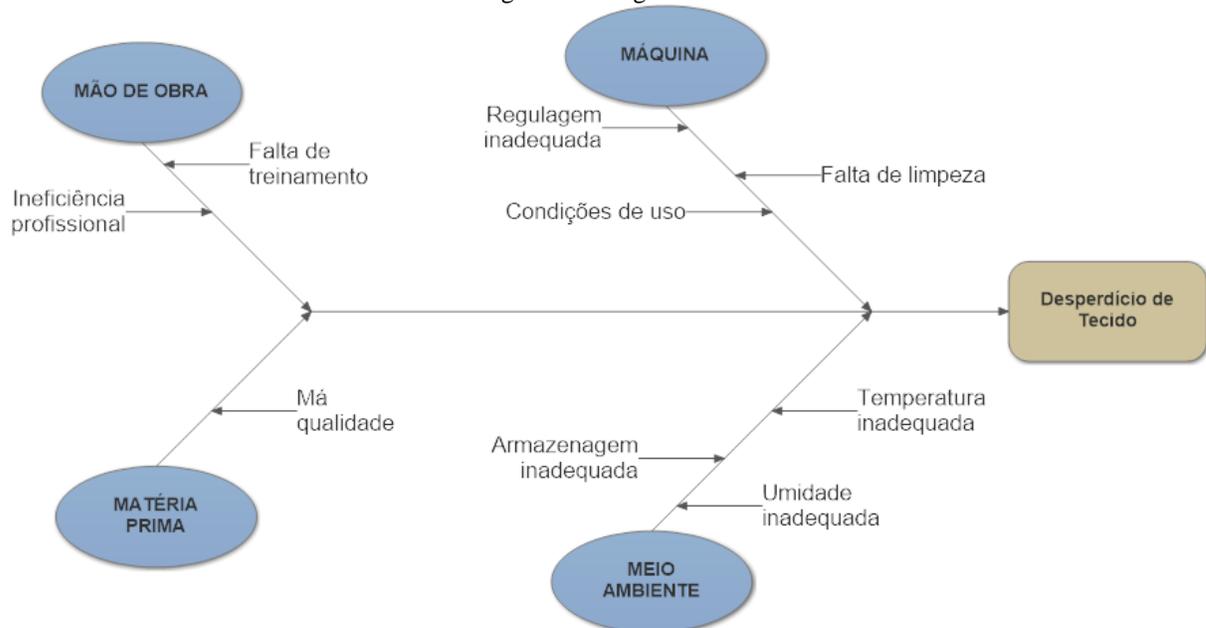
Tabela 2 – Produção x Desperdício 2017

	Produzido	Desperdício	Índice de desperdício
Janeiro	5063 kg	92 kg	1,8%
Fevereiro	4997 kg	14 kg	0,3%
Março	7009 kg	1543 kg	22,0%
Abril	9349 kg	2020 kg	21,6%
Maiο	12585 kg	2724 kg	21,6%
Junho	8162 kg	2717 kg	33,3%
Julho	10677 kg	2652 kg	24,8%
Agosto	8393 kg	2357 kg	28,1%
Setembro	1323 kg	479 kg	36,2%
Outubro	3909 kg	516 kg	13,2%
Novembro	2190 kg	309 kg	14,1%
Dezembro	4583 kg	202 kg	4,4%
Total	78241 kg	15624 kg	20,0%

Fonte: Os autores (2018)

Os dados foram levantados de forma mensal, comparando a quantidade de tecido processado pela tinturaria com a quantidade de defeitos encontrados. Considerando que o valor do tecido nesta etapa do processo está avaliado em R\$22,00 por quilo produzido, podemos dizer que temos R\$330 mil reais em desperdícios no ano de 2017. Para análise das possíveis causas desse alto nível de irregularidade, foi desenvolvido um diagrama de causa e efeito (Ishikawa) para sua identificação.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores (2018)

Nas causas relacionadas ao equipamento que produz o tecido (conhecido como tear), temos listadas regulagem inadequada, o que aconteceria caso após a troca de artigo, o técnico responsável não realizasse o ajuste correto do equipamento, ou desajustes que possam ocorrer inerentes ao próprio funcionamento do equipamento devido a ação do tempo. Também são citados a falta de limpeza e condições de uso do equipamento. A principal possível causa que envolve a matéria prima é a má qualidade da mesma, proveniente da compra do material de algum fornecedor de baixa confiança e/ou erros na produção dessa matéria-prima. Enquanto para a mão de obra, foi listado falta de treinamento, onde o colaborador ainda não adquiriu a perícia suficiente para operar o equipamento, e a ineficiência profissional, onde através de análise das entrevistas demissionais, foi detectado que desmotivação é uma das principais causas.

Por último, nas causas pertinentes ao meio ambiente, encontramos temperatura e umidades inadequadas para a produção de tecidos e condições impróprias de armazenamento. Com as possíveis causas levantadas, foi realizado uma Matriz GUT para priorizá-las e assim definir ações de bloqueio ou mitigação dos efeitos percebidos.

Tabela 3 – Matriz GUT

	Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Produto	Prioridade
Mão de Obra	Falta de treinamento	4	4	2	32	4
	Ineficiência profissional	2	3	3	18	8
Máquina	Regulagem inadequada	5	4	2	40	3
	Falta de limpeza	4	2	3	24	5
	Condições de uso	3	4	2	24	5
Matéria Prima	Má qualidade	3	3	2	18	8
	Uso do insumo incorreto	3	3	2	18	8
Meio Ambiente	Temperatura inadequada	3	5	5	75	1
	Armazenagem inadequada	3	4	2	24	5
	Umidade inadequada	3	5	5	75	1

Fonte: Os autores (2018)

De acordo com a priorização da matriz, temos a seguinte ordem prioritária entre as causas: empatadas na 1ª posição encontramos as condições impróprias de temperatura e umidade do ambiente. Seguido, na 3ª colocação, temos a regulagem inadequada do equipamento e posteriormente a falta de treinamento da mão de obra. Dividindo a 5ª posição se encontram a falta de limpeza do equipamento e más condições de uso do mesmo, além da forma de armazenagem dos artigos produzidos. E nas posições menos prioritárias são apresentados a ineficiência

profissional dos colaboradores envolvidos e a má qualidade da matéria prima. As principais causas listadas na análise já foram analisadas pela empresa, e por isso, já possuem alguma ação para se evitar que ela ocorra ou que minimizem os danos caso aconteça. Como aspectos mais importantes para a qualidade do tecido produzido, temos a temperatura e umidade do ambiente. Devido a seu alto grau de prioridade, a empresa possui um controle diário de verificação da temperatura feita pelo setor de refrigeração, e possuem termo higrômetros espalhados pelo setor, assim os próprios colaboradores do setor de produção podem verificar os dados em tempo real e intervir caso necessário. A temperatura padrão é de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, e a umidade relativa padrão é de $65\% \pm 5\%$. Os equipamentos são proibidos de permanecerem em funcionamento se um dos elementos estiverem fora do padrão necessário.

A 3ª causa que mais poderia contribuir para a criação de desvios nos tecidos produzidos, seriam a má regulagem dos teares (nome dado aos equipamentos que produzem os tecidos). Para evitar esta situação, a empresa adotou que todo tecido, após a máquina ter sido regulada, sofreria um teste de referência (nome dado ao teste de verificação das especificações do tecido) antes de ser liberado a produção. Além do teste ser repetido em todos os equipamentos uma vez por semana, para garantir que não houve nenhuma alteração ao longo do funcionamento do equipamento.

Para se evitar o desvio causado pela falta de treinamento nas operações das máquinas, todos os novos operadores recebem um treinamento acompanhado por um monitor de treinamento, onde o mesmo realiza todo o treinamento teórico e prático por 2 meses. No final do programa de treinamento, o novo operador é avaliado pelo monitor e só será liberado para operar um equipamento sozinho se o mesmo o achar apto para tal. Anualmente é feito um processo de reciclagem para verificar a atuação dos operadores, com o objetivo de eliminar possíveis vícios (práticas de operação não conforme com o padrão). A empresa também disponibiliza, na entrada do setor, um manual contendo passo-a-passo todas as etapas principais de operação de todos os equipamentos, onde qualquer operador tem livre acesso a consulta caso tenha dúvidas sobre a operação.

As próximas causas da lista são geradas por má limpeza da máquina e não condições de uso das mesmas. Para evitar este acontecimento, a empresa adotou a prática de que diariamente, antes de finalizar seu turno, o operador pare o equipamento e execute uma limpeza superficial,

removendo poeiras, excesso de óleo e outras possíveis sujeiras que possam estar no tear. A limpeza mais profunda do equipamento, como roletes, rolamentos, correntes e agulhas é realizada regularmente pela equipe de manutenção durante a manutenção preventiva. O novo operador, ao assumir o equipamento, realiza uma verificação no equipamento, onde o mesmo analisa se o tear está em perfeitas condições de operação (se não possui algum barulho fora do comum, nível de óleo, entre outros itens), caso contrário, a manutenção é acionada de forma imediata.

Seguindo a ordem de prioridades, a próxima causa da lista é o armazenamento dos tecidos. Atualmente a empresa não possui nenhuma forma de bloqueio ou mitigação para este ocorrido, sendo este o motivo de escolha desta causa para uma análise mais detalhada. Apesar de receber o nome de “armazenagem”, esta causa é composta por três fatores, com a fabricação de tecidos que não serão utilizados a curto prazo, pelo tempo de armazenagem dos mesmos, e a forma como eles ficam armazenados. A seguir encontra-se, de forma detalhada, toda a formação desta causa e quais as ações da produção e do almoxarifado que a influenciam.

3.4. Causas da armazenagem inadequada

A empresa trabalha com o sistema empurrado de produção, que somado ao perfil de seus clientes (onde há uma constante troca do produto a ser produzido) resulta em um excesso de produção. O excedente pode chegar a ficar armazenado por meses, o que diminui a qualidade do tecido produzido, em algumas vezes, este tecido ao ser utilizado não chega a alcançar o padrão mínimo exigido e é enviado para descarte. Também podem ocorrer casos onde o PCP pede uma quantidade abaixo do lote mínimo de produção um determinado artigo. Esta pequena quantidade é para suprir a falta de um determinado tecido em uma específica cor, sendo que o setor de tingimento necessita de uma quantidade mínima de tecido muito acima do que pedido para poder realizar o tingimento (já que tem que se respeitar a carga mínima dos equipamentos, cerca de 120 kg). As demais peças produzidas acabam ficando no almoxarifado por longos períodos, sem utilização. Em uma breve visita ao almoxarifado de tecidos tintos da empresa, facilmente se encontram materiais com mais de 2 anos de armazenamento.

Já no almoxarifado, conforme citado anteriormente no capítulo 3.2 as peças são empilhadas em forma de pirâmide, desta forma, as peças da parte inferior acabam sofrendo pressão das demais peças acima. Todo este peso extra, ao longo de grandes períodos de armazenagem pode acarretar marcas no tecido que não conseguem ser removidas durante o processo de beneficiamento (chamados de vinco). Dependendo da disposição dessas marcas ao longo do tecido, a peça inteira pode ser reprovada para uso e vendida como refugo.

Figura 5 - Excesso de peças na pilha



Fonte: Os autores (2016)

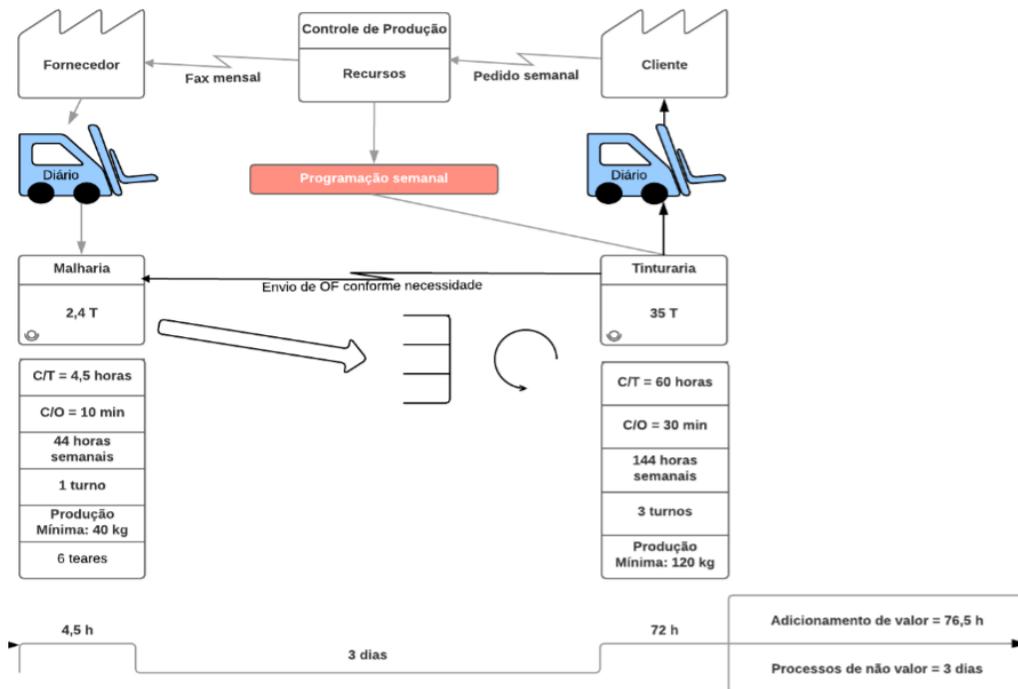
Como pode ser notado na imagem anterior (Figura 5), a pilha de tecido embalado de preto chega a atingir 6 camadas. Cada peça possui aproximadamente 40kg, logo podemos concluir que existe peça na camada mais inferior da pilha está suportando cerca de 200kg sobre ela. Além dos danos causados pelo excesso de peso suportado, o tempo de estocagem também pode gerar situações de qualidade no tecido produzido, não é recomendado que um tecido cru fique armazenado dessa forma por mais de 2 semanas. O óleo contido no fio, ao longo do tempo, pode deixar marcas no tecido. Durante o ano de 2017, 20% da produção deste tecido apresentou defeitos durante o processo de tingimento, causados pelo armazenamento.

4. Estado futuro

Com a análise do estado atual, com base nas informações obtidas pelas ferramentas de qualidade apresentadas, foi constatado que o tempo e a forma de armazenamento dos tecidos em estado cru geravam defeitos permanentes nas peças. Ao ser investigado a causa pelo elevado tempo

de armazenamento das peças, foi descoberto que a empresa se utiliza da superprodução para evitar as variações de demanda do mercado, que ocorrem de forma quinzenal. Um planejamento foi desenvolvido de forma com que a produção obtivesse uma melhor resposta as oscilações do mercado, objetivando a produção apenas do que for necessário.

Figura 6 – VSM – Estado Futuro



Fonte: Os autores (2018)

Mudanças devem ser realizadas nos setores de tecelagem e tinturaria para que a implantação da sugestão. Estas mudanças vão de simples ações, como identificação dos carros contenedores, até ações mais notáveis, como alteração da formulação da OF da malharia. Através da necessidade de produção dita pelo PCP e, principalmente, se baseando na capacidade produtiva do setor, o beneficiamento enviará para a malharia circular uma OF indicando quantas peças de um determinado artigo o setor deverá produzir. A quantidade de peças respeitará os lotes de produção, e será limitado a um único artigo por OF. Nas próximas seções serão apresentadas todas as etapas necessárias para a implantação do estado futuro sugerido.

4.1. Melhorias na ordem de fabricação

A OF proposta para a malharia circular sofrerá alterações. Nela constará a cor que o tecido será tinto, que máquina será utilizada no processo, o peso total esperado para se cumprir a OF e o número do carro contenedor que se encontra a mesma. Sendo que a mesma nunca poderá ultrapassar o limite de 480kg (cada peça de tecido pode pesar no máximo 40kg, o que resultaria em 12 peças, que é o limite de carga suportado pelo carro contenedor). Conforme as peças forem sendo produzidas e pesadas, as mesmas serão anotadas em sua respectiva OF, até alcançar o peso pedido na mesma. Ela foi projetada pensando em corrigir as atuais deficiências das OFs, que apenas se limita a informar qual tecido deverá ser produzido e a sua quantidade, sem preocupações com sua utilização. Inicialmente o tecido é produzido, enviado para estoque, e só depois é decidido onde este material será utilizado (qual a cor que o material será tinto).

Tabela 4 – Nova Ordem de Fabricação

OF: 15374	
Semana: 16	
Cor:	Preto
Artigo:	ABC 002
Peso Prog.:	220 kg
Máq. Ting.:	T7
Peça	Peso

Fonte: Os autores (2016)

A Tabela 4 demonstra a nova OF, que é essencial para o sucesso do novo método. Com a indicação de destino do material é possível aprimorar o controle de produção no setor de tingimento, tem o objetivo de reduzir o *mura*, evitando que os tecidos sejam alocados de forma desbalanceada entre os equipamentos provocando longas filas desnecessários no processo. Já área

chamada de “peso programado” proporcionaria um melhor controle sobre o tecido produzido, sendo esse campo uma das ferramentas principais de combate ao *muda* de superprodução.

4.2. Fluxo entre os processos

Devido a instabilidade da demanda entre os diferentes artigos produzidos, foi adotado o *kanban* para se controlar a produção do setor de tecelagem de malhas conforme a necessidade de tecido tinto da companhia. Todo o controle sobre o envio de materiais entre os setores seria realizado através de dois quadros *kanban*, um na malharia e o outro na tinturaria. Ambos os quadros seriam idênticos, facilitando assim o seu manuseio pelos funcionários envolvidos e evitando discrepâncias entre os setores.

Figura 7 - Quadro *kanban* Malharia

MALHARIA													
ABC 001	ABC 002	ABC 003	ABC 005	ABC 007	XYZ 007	XYZ 012	XYZ 013	XYZ 015	XYZ 016	XYZ 017	GH 002	GH 003	GH 004
.

Fonte: Os autores (2016)

A Figura 7 representa um croqui de como seriam os quadros *kanbans* utilizados pelos setores. Nele consta todos os artigos produzidos pelo setor, e logo abaixo um espaço que seria destinado aos cartões com a OF. A OF da malharia será criada pela tinturaria de acordo com a sua necessidade de produção enviada pelo PCP da empresa. Devido à localização de cada setor dentro da fábrica (ficam em andares distintos do prédio), esta nova OF será enviada por *email* para o responsável pelo setor de malharia. Após o envio, a OF seria impressa e afixada no quadro do setor na posição referente ao artigo que deverá ser produzido, indicando que sua produção pode ser iniciada.

Todos os artigos produzidos da malharia possuem as mesmas regulagens nos teares (todos os 6 teares são de mesmo fabricante e modelo), as variações entre os artigos são sobre o fio que ele o mesmo composto. Como não é necessário o ajuste no equipamento, os próprios operadores do

tear podem realizar a troca de artigo, tornando assim mais ágil o processo e melhorando o tempo de resposta ao pedido de artigos distintos.

A capacidade do quadro será definida conforme a capacidade do supermercado do setor de beneficiamento, onde, por definição do supervisor da área, foi definido que esta capacidade será de 6 carros contenedores. A tinturaria pode iniciar o processo de 4 OFs por dia, e os 2 carros extras serão utilizados como uma margem de segurança para caso haja atrasos na entrega das OFs pelo setor da malharia circular. Após a produção da OF por parte da malharia, um carro é enviado diretamente para o supermercado dentro da tinturaria e sua OF anexada no quadro *kanban* do setor. Da mesma forma que ocorra na malharia, um cartão no quadro significa que existe a produção foi concluída ou liberada.

4.3. *Produção na malharia*

Mudanças nos processos do setor da malharia deverão ser feitas para se adequar à nova realidade da produção. Todo o processo (fabricação, embalagem e transporte) será adequado para reduzir o nível de desperdício durante a confecção dos tecidos. Cada OF emitida deverá possuir seu próprio carro contenedor. Desta forma, é evitado a mistura de peças entre os lotes de produção, diminuindo assim a chance de erro. Uma OF disponível no quadro simboliza que a mesma poderá entrar em produção. Após a mesma ser designada para um tear, será calculado quantas peças deverão ser feitas. Seguindo o exemplo da Tabela 4, deverão ser produzidos 220 kg do artigo ABC 002. Considerando que cada peça produzida pode ter no máximo 40 kg, dividindo o valor pedido na OF pelo peso padrão de 40kg teremos 5,5 peças, no caso serão produzidas 5 peças de 40 kg e 1 peça de 20 kg.

Os teares de malha possuem sensores eletrônicos que medem a peça conforme ela está sendo produzida, é possível programa-los para que a máquina seja parada após a peça alcançar um determinado peso (por questões como facilidade de transporte e tamanho, foi adotado que cada peça seja produzida com no máximo 40 kg), assim, é possível ajustar o peso das peças conforme a necessidade. Na etapa de revisão e embalagem, estes processos também serão realizados por OFs, evitando assim que a peça de um carro contenedor seja misturado com as peças de outro carro.

4.4. Armazenagem dos tecidos

Ao ser produzido, o tecido não será mais enviado ao almoxarifado. Com a OF completa, o carro contenedor será enviado direto para o tingimento (ficará armazenado em seu supermercado, por no máximo 72 horas). Esta ação tem o objetivo de preservar as características físicas do material, obtendo assim uma melhor qualidade de acabamento no tecido. Quando for necessário a utilização de certa OF já produzida, através do número do contenedor escrito na mesma será possível facilmente identificar onde está armazenado aquele carro no supermercado. O carro contenedor recebe outro cartão informando qual será o destino dos tecidos dentro do setor (por quais etapas o tecido deverá passar antes de ser finalmente tinto, chamado de “preparação”).

Figura 8 - Carro já no setor de beneficiamento



Fonte: Os autores (2016)

Na Figura 8 temos um carro contenedor no supermercado aguardando entrar em produção, é notado que no carro constam as placas de sinalização que indicam por quais processos aquele material irá passar durante todo o processo de beneficiamento. Mais detalhes de todo o processo de beneficiamento podem ser conferidos na obra de Souza (2008).

5. Discussões e projeção de melhorias

Ao aplicar a metodologia proposta neste trabalho, espera-se a eliminação dos defeitos causados pelo excesso de tempo do tecido armazenado. Se no ano de 2017 a empresa tivesse já implantado o estado futuro sugerido, ela teria a seguinte projeção de produção x desperdício, conforme ilustrado Tabela 5.

Tabela 5 - Projeção do resultado após estado futuro

	Produzido	Desperdício	Índice de desperdício
Janeiro	5063 kg	92 kg	1,8%
Fevereiro	4997 kg	14 kg	0,3%
Março	7009 kg	1192 kg	17,0%
Abril	9349 kg	1417 kg	15,2%
Maiο	12585 kg	1138 kg	9,0%
Junho	8162 kg	1918 kg	23,5%
Julho	10677 kg	1592 kg	14,9%
Agosto	8393 kg	2085 kg	24,8%
Setembro	1323 kg	350 kg	26,4%
Outubro	3909 kg	315 kg	8,1%
Novembro	2190 kg	231 kg	10,6%
Dezembro	4583 kg	18 kg	0,4%
Total	78241 kg	10361 kg	13,2%

Fonte: Os autores (2018)

Como pode ser observado na tabela, na hipótese de igual cenário de produção, após a mudança dos processos, o índice de desperdício seria reduzido de 20% para 13,2%, ou seja, uma redução de 6,8%, equivalente a redução de 5.263 kg de malhas. Nesta projeção, a empresa poderia economizar R\$115.786. Além da economia no custo da qualidade, também é possível encontrar benefícios paralelos como o ganho de espaço físico com a redução da área do almoxarifado e diminuição do desperdício de superprodução (*muda*), onde 14% da produção da malharia se encontra no almoxarifado. Em 2017 tivemos a produção de 78.241 kg de tecido tinto, enquanto a malharia produziu 90.750 kg de tecido cru, significando que 12.510 kg de tecido cru ficaram no almoxarifado, material o suficiente para abastecer inteiramente o mês de janeiro, março e parcialmente o mês de abril.

6. Conclusões

Como demonstrado, o método atual de como a empresa opera possui um custo elevado de operação devido ao nível de desperdício que o mesmo proporciona. Ao ser avaliado apenas uma etapa de produção, facilmente pode ser identificado um desperdício anual de mais de R\$ 100 mil reais. O resultado demonstra a importância do mapeamento do processo através do VSM para identificar ações que não agregam valor para futuramente eliminá-los de seu processo. A chave para o sucesso desta proposta consiste em respeitar a produção da tinturaria, fornecendo apenas o necessário para que a mesma possa se manter ocupada, onde os problemas observados são provenientes do excesso de inventário de matéria prima utilizada pelo setor. Como pode ser observado, o único ato de reduzir o *lead time* do tecido pode trazer uma grande economia financeira para a empresa, além de gerar benefícios extras, como a redução do espaço físico do almoxarifado de tecidos, área que poderá ser utilizada para expansão das zonas de produção da fábrica.

De acordo com a filosofia *lean* de que não há necessidade de altos investimentos para se obter resultados significativos, este trabalho demonstra que todas as alterações no processo analisado demandam baixo investimento, tornando financeiramente viáveis de se implantarem, fazendo com que seja possível trabalhar de forma otimizado, evitando assim desperdícios gerados pela má qualidade do tecido, onde no ano de 2017 resultaram em mais de 15 mil kg desperdiçados. Um dos objetivos deste trabalho é utilizá-lo como incentivo para a aplicação de atitudes semelhantes nas demais etapas de produção do produto acabado, conseguindo assim maximizar cada vez mais o lucro da empresa. Também deixar a sugestão de uso do VSM para análise dos demais processos da empresa, onde associado a algum método de simulação (determinístico, estocástico ou bayesiano) e posteriormente aplicar uma estatística descritiva multicritérios, com o objetivo de obter o melhor cenário para reduzir os custos operacionais e desperdícios.

Referências

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *Int. J. Production Economics*, 107: 223-36.
- ABIT. (2017). *Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção*. Acesso em 16 de jan de 2018, disponível em ABIT: <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>
- Andrade, G. J. (2006). *Um método de diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

- Assunção, A. (2013). *5ª maior do mundo, indústria têxtil brasileira é enfraquecida por importados asiáticos*. Acesso em 16 de jan de 2018, disponível em FIESP: <http://www.fiesp.com.br/noticias/5a-maior-do-mundo-industria-textil-brasileira-e-enfraquecida-por-importados-asiaticos/>
- Biachini, J., Darú, G. H., & Berger, S. L. (2017). Análise de planejamento e controle da produção baseada na simulação de um processo produtivo utilizando um modelo híbrido de MRP e Kanban. *Journal of Lean Systems*, 3 (1): 66-86.
- Bogoni, P. E. (2009). *Modelo de simulação econômica em pequenas empresas: estudo de caso*. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciências Econômicas, Florianópolis.
- Ceryno, P., & Possamai, O. (2008). Como considerar os princípios do lean manufacturing no processo de desenvolvimento de produtos. *XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 13.
- Chequer, F. M., Oliveira, G. A., Ferraz, E. R., Cardoso, J. C., Zanoni, M. V., & Oliveira, D. P. (2013). Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact. *Intech*, 6.
- Davies, E., & Merwe, K. R. (2016). Methodology to produce a water and energy stream map (WESM) in the south african manufacturing industry. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27 (3): 219-229.
- Edtmayr, T., Sunk, A., & Sihm, W. (2015). An approach to integrate parameters and indicators of sustainability management into value stream mapping. *Conference of Manufacturing Systems*, p. 6.
- Emiliani, M. L., & Stec, D. J. (2004). Using value-stream maps to improve leadership. *The Leadership & Organization Development Journal*, 25 (8): 622-45.
- Ferrin, D., Miller, M. J., & Muthler, D. (2005). Lean Sigma and Simulation, So What's the Correlation? V2 . *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, 2011-15.
- Gahagan, S. M. (2007). Adding Value To Value Stream Mapping: A Simulation Model Template For VSM. *Industrial Engineering Research Conference*, 712-17.
- Gurumurthy, A., & Kodali, R. (2011). Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation: A case study. *Journal of Manufacturing Technology*, 72 (5): 444-73.
- Hines, P., Found, P., & Harrison, R. (2008). Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving. *Lean Enterprise Research Centre*.
- Just-Style. (2016). *Mudanças na indústria têxtil e de vestuário mundial*. Acesso em 16 de jan de 2018, disponível em Tex Brasil: <http://texbrasil.com.br/pt/mudancas-na-industria-textil-e-de-vestuario-mundial/>
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 4 (1): 22-26.
- Kniber, H., & Skarin, M. (2009). *Kanban e Scrum: obtendo o melhor de ambos*. C4 Media.
- Lasa, I. S., Laburu, C. O., & Vila, R. D. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, 14(1): 39-52.
- Law, A. M., & Kelton, W. (1991). *Simulation modeling and analysis*. (2ª ed.). New York: McGraw-Hill.
- Lian, Y.-H., & Landeghem, H. V. (2007). Analyzing the Effects of Lean Manufacturing using a Value Stream Mapping based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45 (13): 3037-58.
- Lima, D. F., Alcantara, P. G., Santos, L. C., Silva, L. M., & Silva, R. M. (2016). Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas Lean em uma empresa calçadista. *Revista Produção Online*, 16: 366-92.
- Lista, A. P. (2017). *Lean Plant Design: Um estudo de caso aplicado a indústria têxtil*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Martins, C. F., Röse, A. S., Brognoli, A. C., Lima, M. B., & Barddal, R. (2016). Kata de melhoria: desenvolvendo habilidades para resolver problemas e aprender de forma sistemática no SESI Santa Catarina: uma aplicação Lean na área de Segurança e Saúde do Trabalho. *Journal of Lean Systems*, 1 (2): 107-121.
- Martins, G. H., & Cleto, M. G. (2016). Mapeamento do fluxo de valor e análise do valor agregado: um estudo de caso na indústria de embalagens de papel no Brasil. *Journal of Lean Systems*, 1 (2): 2-24.

- Matos, C., & Bruning, F. V. (2011). *Ásia pressiona setor têxtil*. Acesso em 16 de jan de 2018, disponível em Industria Têxtil e do Vestuário - Textile Industry : <http://textileindustry.ning.com/forum/topics/sia-pressiona-setor-t-xtil>
- McNamara, J. M., Green, R. F., & Olsson, O. (2006). Baye's theorem and its applications in animal behaviour. *OIKOS*, 112 (2): 243-251.
- Middlehurst, C. (2015). *Robotics revolution rocks Chinese textile workers*. Acesso em 17 de jan de 2018, disponível em Aljazeera: <http://www.aljazeera.com/indepth/features/2015/06/robotics-revolution-rocks-chinese-textile-workers-150614073735531.html>
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artmed.
- Rother, M., & Shook, J. (2012). *Aprendendo a Enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Rubinstein, R. Y., & Kroese, D. P. (2017). *Simulation and the Monte Carlo method* (3ª ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Saleeshya, G., P., Raghuram, P., & Vamsi, N. (2012). Lean manufacturing practices in textile industries – a case study. *Int. J. Collaborative Enterprise*, 3 (1).
- Seth, D., & Gupta, V. (2012). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction : an Indian case study. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 37-41.
- Silva, D. V., Santos, F. A., & Neto, P. S. (2012). Os benefícios do uso de Kanban na gerência de projetos de manutenção de software. *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 11.
- Souza, A. P. (2008). *Proposta de melhoria no gerenciamento de rotinas dos processos através da aplicação do kanban em uma empresa têxtil*. Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.
- Sugimori, Y., K., K., Cho, F., & Uchikawa, S. (2007). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 6:553-564.
- Taquetti, L. B., Colombo, S. G., Malacarne, R., Cleto, M. G., & Seleme, R. (2017). Aplicação da integração Lean Six Sigma para melhoria da produtividade em uma linha de montagem. *Journal of Lean Systems*, 2 (4): 42-61.
- Vargas, D. F., Machado, C. M., Junior, J. W., Vaccaro, G. L., & Carmo, A. J. (2016). Lean healthcare: estudo de caso de implantação em insumo. *XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 17.
- Woehrl, S. L., & Abou-Shady, L. (2010). Using Dynamic Value Stream Mapping And Lean Accounting Box Scores To Support Lean Implementation. *American Journal of Business Education*, 3 (8): 67-76.
- Womack, J. (2006). *Mura, Muri, Muda ?* Acesso em 25 de jan de 2018, disponível em Lean Institute Brasil: <https://www.lean.org.br/artigos/350/mura,-muri,-muda-.aspx>
- Womack, J., & Jones, D. (2004). *Enxergando o Todo – Mapeando o Fluxo de valor Estendido*. São Paulo: Lean Institute.
- Zitan, G. (2012). *Uma vez a fábrica do mundo, indústria têxtil da China cada vez mais desfavorecida*. Acesso em 16 de jan de 2018, disponível em Epoch Times: <https://www.epochtimes.com.br/uma-vez-a-fabrica-do-mundo-industria-texil-da-china-cada-vez-mais-desfavorecida/#.W15kGqinG1s>