



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
MBA Executivo em Logística e Gestão da Produção

Francelli Rodrigues Freitas Viana

**PRODUÇÃO LEAN: ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS PARA UMA
INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DO ESTADO DA BAHIA – ESTUDO DE CASO**

Salvador – BA

2018



FRANCELLI RODRIGUES FREITAS VIANA

**PRODUÇÃO LEAN: ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS PARA UMA
INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO DO ESTADO DA BAHIA – ESTUDO DE CASO**

Artigo apresentado ao MBA Executivo em Logística e Gestão da Produção da Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial para obtenção do título de Pós-graduado em Logística e Gestão da Produção.

Orientador(a): prof. Luiz Carlos Mendes Zoia

Salvador - BA
2018

PRODUÇÃO LEAN: ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS PARA UMA INDÚSTRIA DE CONFEÇÃO DO ESTADO DA BAHIA – ESTUDO DE CASO

LEAN PRODUCTION: ANALYSIS AND PROPOSAL OF IMPROVEMENTS FOR A BAHIA STATE CONFECTIONERY INDUSTRY - CASE STUDY

VIANA, Francelli Rodrigues Freitas

RESUMO

É essencial para continuidade de uma indústria, a manutenção do seu custo. Só assim poderá se manter competitiva perante ao mercado mundial. A metodologia do Lean Manufacturing desde a década de 90 vem sendo adotada mundialmente, em busca de resultados que atendam melhor os clientes e conseguindo manter a operação com o custo competitivo. Desenvolvida dentro da Toyota, uniu a cultura asiática com os estudos de produção, tendo como foco o cliente. O propósito de qualquer empresa é o atendimento da necessidade do seu cliente, por isso os esforços são direcionados para a organização atender bem seus clientes. O mercado é dinâmico e as adaptações nas indústrias também precisam ser para manter sua lucratividade. Apesar de parecer simples e com baixo custo, a sua implementação e sucesso depende de muita disciplina em todos os níveis da empresa. Este estudo mostra o caso de uma empresa de confecções que com simples mudanças em um dos seus setores tem a possibilidade de ter um resultado melhor e de forma mais organizada, tomando como base a aplicação de ferramentas Lean. O layout e suas operações foram mapeadas para apresentação de sugestões que vão melhorar o dia a dia da empresa em busca da redução do tempo de atravessamento. Estratégias como estas, baseadas nesta metodologia, podem ajudar uma empresa a se atualizar de acordo a sua demanda que tende a ser cada vez mais variada.

Palavras-chave: Lean Manufacturing; Produção; Clientes.

ABSTRACT

It's essential for an industry's continuity, the maintenance of its cost. Only then can you remain competitive with the world market. The methodology of Lean Manufacturing since the 90's has been adopted worldwide, in search of results that better serve customers and managed to keep the operation at a competitive cost. Developed within Toyota, it united the Asian culture with the production studies, focusing on the customer. The purpose of any company is to meet the needs of its customer, so efforts are directed to the organization to serve its customers well. The market is dynamic and the adaptations in the industries also need to be to maintain its profitability. Although it seems simple and inexpensive, its implementation and success depends on a lot of discipline at all levels of the company. This study shows the case of a clothing company that with simple changes in one of its sectors has the possibility of having a better and more organized result, based on the application of Lean tools. The layout and its operations have been mapped out to present suggestions that will improve the day to day business of the company in search of reduction of the time of crossing. Strategies like these, based on this methodology, can help a company to update itself according to its demand that tends to be more and more varied.

Keywords: Lean Manufacturing; Production; Customers.

1. INTRODUÇÃO

O *lean manufacturing*, também conhecido como produção enxuta, é o nome em que o Sistema Toyota de Produção tornou-se mundialmente conhecido, desde o lançamento do livro “A Máquina que mudou o mundo”, publicado em 1990 por Womack, Jones e Roos. Nele foram apresentadas as vantagens em que o sistema utilizado pela Toyota tinha em resultados (produtividade, qualidade e entre outros aspectos), comparado aos demais formatos já adotados na época.

Esta metodologia destaca-se pela simplicidade e resultados impressionantes. Segundo Slack (2009, p.452), sua abordagem enxuta visa gerenciar as operações, fazendo bem as coisas simples e eliminando todos os desperdícios em cada fase do processo.

A construção deste artigo científico se baseia na aplicação do *lean manufacturing* em uma indústria local. A empresa selecionada é uma indústria no segmento de confecção, com sede na cidade de Salvador, Bahia. Tem 249 funcionários e é especializada em moda masculina, na linha surfwear. Por questões de confidencialidade, o nome da empresa não será divulgado.

Em qualquer indústria de confecção, são muitas operações e pessoas envolvidas na produção de uma peça de roupa. O fluxo de produção precisa se adaptar conforme a demanda comercial, que precisa da variação de modelos e estampas para atrair o cliente. A linha de produto mais complexa em sua unidade é a de bermuda. Além de absorver 50% do quadro de funcionários, tem alta variação nos modelos, com tempos padrões que variam de 8 a 40 minutos por peça. A revisão e padronização dos processos de produção são essenciais para manutenção de custos viáveis para a empresa.

O problema da pesquisa a ser investigado é a possibilidade de redução do tempo de atravessamento do produto bermuda na empresa selecionada.

O objetivo geral é propor sugestões de melhoria com o uso do conceito do *Lean Manufacturing* para os processos do setor de bermudas. Como objetivos específicos estão (i) mapear o fluxo de valor do processo da empresa, (ii) avaliar o layout utilizado pelo setor de bermudas, (iii) avaliar os prazos de entrega dos lotes ao cliente.

Como justificativa, com a aplicação da metodologia acima, é possível a melhoria do fluxo de trabalho com melhor resultado na produtividade, tornando a indústria local mais competitiva, evitando a evasão de produção para outras regiões por falta de capacidade.

Neste estudo será analisado a forma atual em que a empresa selecionada atua e irá propor melhorias com aplicação da metodologia selecionada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão apresentados os conceitos sobre o *lean manufacturing*, seus princípios e ferramentas, com intuito de embasar as sugestões de melhoria do estudo de caso.

2.1. ORIGEM DO LEAN MANUFACTURING

Segundo Ohno (1997, p.3), foi uma questão de sobrevivência na Toyota, logo após a Segunda Guerra Mundial. O país tinha recém perdido a guerra e a indústria japonesa era considerada muito aquém da americana. O então presidente da Toyota, em 15 de agosto de 1945, Toyoda Kiichiro (1894-1952) disse que eles tinham que alcançar a indústria americana em três anos, ou então seria o fim da indústria automobilística no Japão.

Segundo Womack (1992), Taichii Ohno e Shigeo Shingo por duas décadas foram responsáveis na Toyota por unir filosofias da cultura asiática com as melhores práticas de produção, até então, principalmente as americanas difundidas pelo taylorismo, estudos de tempos e movimentos, entre outros. Durante os anos 60 e 70, outras indústrias do Japão começaram a adotar este sistema. Em seguida indústrias americanas, chegando aos anos 90 com alta aceitação pelo Estados Unidos e Europa.

Segundo Ballé (2016), o *lean* surgiu diante da necessidade da Toyota em se manter no mercado mundial, construindo fortes pilares com seu estilo inovador de gerenciar a produção e autonomia das máquinas. O objetivo é atender melhor o cliente, com qualidade, menor custo e menor *lead time*. Este conceito pode ser melhor visto a seguir na Figura 1 – Casa Toyota, diagrama desenvolvido pelo *Lean Institute* Brasil que exemplifica a organização do Sistema Toyota de Produção.

Figura 1 – Casa Toyota



"Casa" do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Lean Institute Brasil

2.2. PRINCÍPIOS DO LEAN

Segundo Coutinho (2017), os princípios da metodologia *Lean* norteiam todas as ações que devem ser realizadas no processo de implementação e manutenção do sistema de gestão. E o pensamento enxuto deve fazer parte do dia a dia da empresa de forma contínua e não apenas para pequenos reparos. Sendo eles:

- **Valor:** Identificação do valor que o cliente espera do seu produto para atender suas expectativas. Buscar formas de satisfazê-lo com um preço justo que seja saudável para o negócio e aumentar o lucro através de reduções de custos na produção.
- **Fluxo de valor:** Mapear o fluxo de produção entendendo os processos que geram valor e os que não geram, mas são importantes para manutenção e qualidade. Os que não agregam valor, considerados como desperdício, precisam ser eliminados. Esta análise vem desde a necessidade do cliente até o suprimento dela.

- **Fluxo contínuo:** Garantir a fluidez das atividades envolvidas, como redução de *lead times*, layout adequado, balanceamento de operações, melhoria da comunicação, fluidez na informação.
- **Produção puxada:** Produzir conforme necessidade e desejo dos clientes. Eliminar estoques desnecessários e potencializar as vendas dos produtos desejados.
- **Melhoria contínua:** A busca da perfeição através de melhorias de processos constantes, com metas desafiadoras, onde todos os envolvidos (inclusive fornecedores e distribuidores) tenham total domínio dos processos e os resultados sejam transparentes.

2.3. DESPERDÍCIOS DO LEAN

A eliminação de desperdícios é um dos principais pontos para implementação do sistema de produção enxuta. O foco é na identificação de atividades que agregam ou não valor ao produto final.

Os pontos principais que temos que levar em conta na eliminação de desperdícios são:

1. O aumento da eficiência só faz sentido se for através da redução de custos. Produzir o necessário com o mínimo de mão de obra.
2. Observe a eficiência, do operador, da linha de produção, do grupo e depois de toda a fábrica. Cada estágio precisa ser analisado individualmente e as melhorias de eficiência devem ser aplicadas para cada estágio que irá impactar no resultado da fábrica. (OHNO, 1997, p.16)

Segundo Ohno (1997, p.17), um dos exemplos práticos é o da Toyota nos anos 50, onde o desafio era aumentar a produção sem aumentar a mão de obra. Observando a linha de produção por pessoa, notou-se que havia desperdícios de tempos em suas operações que poderiam ser melhorados. Em uma linha que fazia 100 produtos por dia, na verdade tem condições de fazer 125 produtos com a eliminação de desperdícios.

Segundo Slack (2009, p.456), a fase essencial da filosofia enxuta é a identificação de todos os desperdícios para eliminá-los por completo. Classificando nos sete tipos abaixo:

- **Superprodução:** Fabricar além da necessidade dos clientes, por consequência, gerando estoque de produtos acabados sem necessidade. Utiliza-se de mais recursos (materiais, pessoas, maquinários), sem destinação prevista.
- **Excesso de estoque:** O excesso de estoque pode ser de matéria prima ou de produtos em processo. Alto investimento de capital que demora de virar receita. Normalmente por falta de um planejamento adequado nos pedidos com a necessidade.
- **Defeitos:** A quantidade de peças com problemas de qualidade, que tiveram retrabalho ou descarte. O custo de retrabalho costuma ser maior do que uma peça conforme e o descarte perde tudo que já foi investido nela até a etapa de produção invalidada.
- **Espera:** Funcionários ou setores quando ficam parados dependendo de algum material pendente ou informação para dar continuidade ao trabalho.
- **Transporte desnecessário:** Movimentação de materiais durante o processamento por distâncias desnecessárias, ocasionando perda de tempo, normalmente por layouts mal dimensionados.
- **Movimentação desnecessária:** Movimentos no processo produtivo que são desnecessários, seja por falta de organização, ou por uma área de trabalho inadequada para atividade, mas que aumentam o tempo da operação.
- **Super processamento:** Operações adicionais no produto que não são percebidas como valor agregado para o cliente, gerando mais esforço na produção sem necessidade por não alterar o resultado final.

2.4. FERRAMENTAS LEAN E GERENCIAMENTO DE PRODUÇÃO

Para o mapeamento de desperdícios e melhoria do processo produtivo, será necessário o apoio de algumas ferramentas que indicarão as oportunidades de melhoria do caso a seguir. A maioria são ferramentas da filosofia enxuta e outras necessárias para melhor implementação numa indústria de confecção.

2.4.1 JUST IN TIME (JIT)

Segundo Slack (2009, p.452), significa que a produção de bens e serviços irá ocorrer apenas no momento que necessário, sem a formação de estoque prévia e de forma programada para não faltar na hora em que os clientes irão precisar. Isto não apenas para os estoques de produtos acabados, como também os que estão em processo. Para isto, depende do equilíbrio dos seus fornecedores, com um fluxo contínuo interno bem estabelecido. É necessário que seja realizada uma programação de produção bem precisa e que esteja aliada com fornecedores parceiros, com altíssimo padrão de qualidade nos prazos e produtos para não gerar paradas de produção.

2.4.2 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

Segundo Freitas (2013), é uma ferramenta *Lean* de simples aplicação para analisar a distância percorrida por um operador dentro da linha de produção conforme análise presencial. Possibilita decidir um layout ideal levando em conta a redução de distância entre processos sequenciais e identificar melhor desperdícios de transporte.

2.4.3 BALANCEAMENTO DE LINHA

Segundo Moreira (2012, p.381), na linha de produção, o produto é realizado através de um conjunto de operações que são distribuídas nos postos de trabalhos. Apesar da sequência de operações não ter variação, o nível de aproveitamento da capacidade vai depender da forma como é distribuído. O balanceamento é a atribuição das operações entre os postos de trabalho, de forma que atinja o resultado esperado de produção com as atividades igualmente distribuídas, utilizando toda a capacidade da linha de produção.

2.4.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Segundo Slack (2009, p.457), é uma forma simples e eficaz de compreender o fluxo de informações e materiais conforme o produto ou serviço vai agregando valor. Inclui mais informações que um mapeamento de processo e utiliza atividades num

nível mais alto, entre 5 a 10 em todo o mapa. Sua representação gráfica permite fácil identificação das atividades que agregam valor e das que não agregam. É onde inicia o reconhecimento de desperdícios para identificar as causas e propor melhorias.

2.4.5 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Ohno (1997, p.35), seria mais simples ter duas linhas de produção que possam seguir sempre as mesmas operações sem parar. Aparentemente teriam uma redução de custos. Mas existem restrições de espaço e equipamentos. Não é possível criar uma linha de produção para cada modelo que o mercado demanda. Precisa-se internamente criar processos para que estas mudanças gerem baixo impacto, ou seja, baixo custo. O nivelamento de produção é uma forma de programar a produção divergente da produção em massa, onde os variados modelos serão programados de forma intercalada, conforme a necessidade do cliente. Internamente a empresa deve buscar formas de reduzir os setups para manter os custos baixos.

2.4.6 VELOCIDADE DE ATRAVESSAMENTO CONSTANTE (VAC)

Conforme o site oficial da empresa do criador desta metodologia, Nélio Almeida, o VAC é uma metodologia de produção desenvolvida para organização e melhoria de produtividade nas indústrias de confecção. Tem como base as técnicas *Just in Time*, *Kanban* e Teoria das restrições, em busca de redução de *lead times*, diminuição de estoques em processo e melhor controle.

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

O presente trabalho é classificado como pesquisa exploratória, diante do seu objetivo prático que visa a melhoria de um processo. Segundo Gil (2010, p.27), este tipo de pesquisa tem como objetivo o maior aprofundamento com o problema e construção de hipóteses. A coleta de dados pode ser feita através da pesquisa bibliográfica, entrevista com profissionais que tenham conhecimento prático e análise de exemplos que estimulam a compreensão.

O principal método utilizado foi a pesquisa bibliográfica. Também foi utilizado informações quantitativas e qualitativas fornecidas pela a empresa em análise. As

informações da empresa foram aplicadas nas ferramentas levantadas na pesquisa bibliográfica para entendimento da situação atual e na proposta de melhorias conforme lacunas identificadas com aplicação das técnicas fundamentadas.

Segundo Lakatos (2010, p.166), a pesquisa bibliográfica abrange todas as informações que se tornaram públicas sobre o tema que está sendo pesquisado. Publicações como jornais, livros, revistas, pesquisas, monografias, teses, entre outros. Colocando o pesquisador em contato direto com todo conteúdo publicado sobre o tema. Uma pesquisa bibliográfica não se trata apenas da repetição de determinado assunto e sim uma nova perspectiva, uma análise sobre o tema com possíveis novas conclusões.

Segundo Gil (2010, p.30), estas publicações podem apresentar dados equivocados que comprometem o resultado por partir de uma informação errada. Para evitar, o pesquisador deve entender as condições em que aquela publicação foi realizada, confrontar os diversos dados coletados cuidadosamente para então utilizar as fontes que demonstram maior segurança.

4. ANÁLISE DE DADOS

A indústria de confecção escolhida, tem uma unidade fabril situada na cidade de Salvador/BA, responsável por fabricar bermudas, malharia e acessórios. A empresa atua no segmento de moda masculina e trabalha com duas coleções por ano. Os modelos definidos para cada coleção são de acordo com as tendências de mercado e indicadores de vendas. Entre os produtos fabricados, a linha de bermudas foi a escolhida para este estudo.

Nos últimos anos, o consumidor tem buscado produtos mais elaborados e funcionais, além do preço apenas. Toda a planta industrial foi projetada com base no modelo principal fabricado por anos, correspondendo a mais de 80% do produzido até então. No entanto, a linha de bermudas ganhou novas opções e modelagens e por consequência, novas sequências operacionais, que influenciam no funcionamento da linha. Logo abaixo, na Figura 2 – Modelos de bermudas, é possível ver a diferença dos modelos. O primeiro que foi utilizado para determinar o layout atual de produção e o segundo representa a realidade comercial, sendo este escolhido como base para

aplicação das ferramentas elencadas no referencial teórico em busca de proposta de melhorias.

Figura 2 – Modelos de bermudas



Fonte: Empresa analisada

4.1 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL

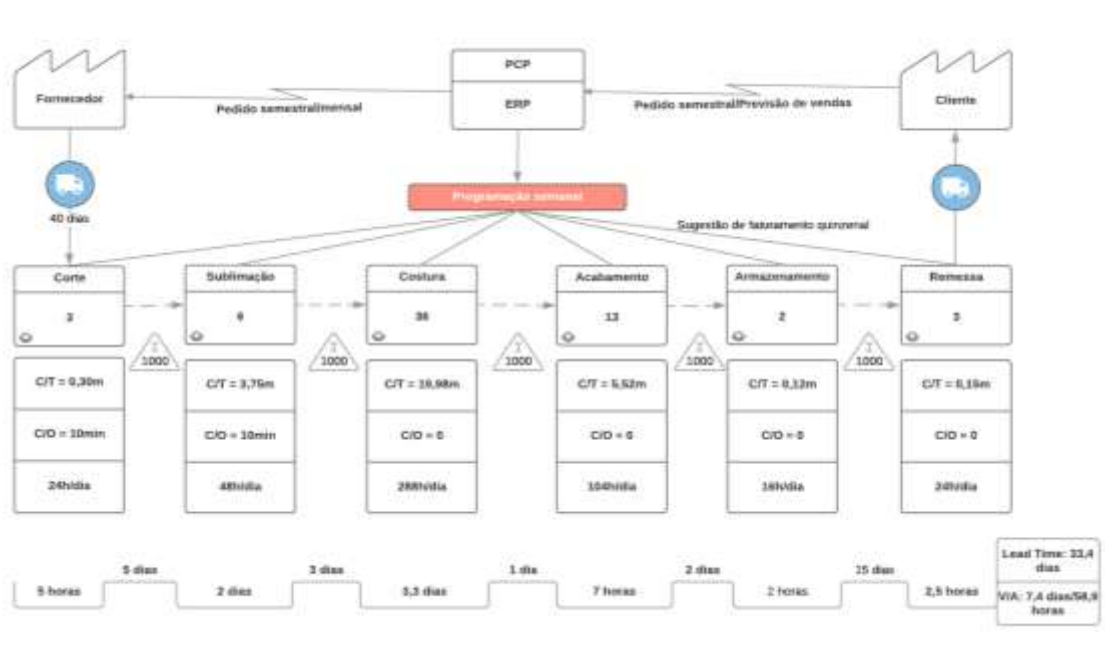
A análise por meio do mapeamento do fluxo de valor (MFV), também conhecida como mapeamento da corrente de valor, permite uma visão completa do negócio, desde o pedido do cliente, até a entrega efetiva ao mesmo. Segundo Slack (2009, p.457), é uma forma de mapear o caminho da produção do início ao fim, considerando também o sistema de informações que apoia o processo. Faz distinção das atividades que agregam valor e também das que não agregam. É o ponto inicial para reconhecer desperdícios e identificar as causas para propor melhorias.

A empresa planeja a produção por coleção, sendo duas ao ano. Cada referência (modelo com estampa) tem seu código específico e é classificado como um lote de produção. O início do processo produtivo vai desde o corte com sua quantidade total, divididos por tamanhos e variantes de cor, passando por vários setores até chegar ao estoque. Os pedidos são realizados semestralmente pelos clientes e são entregues quinzenalmente de forma parcial.

O mapa seguinte da Figura 3, apresenta uma ilustração esquemática de todo o processo executado para a fabricação da bermuda. O modelo escolhido é o que

melhor representa a realidade comercial, conforme apresentação do tópico anterior na Figura 2. Foi considerado para o estudo um lote de 1000 peças.

Figura 3 – Mapa do fluxo de valor atual



Fonte: elaboração própria, 2017

Dentre todos os processos que mais tomam tempo e que não agregam valor, está o tempo de espera entre armazenamento para remessa ao cliente. No entanto, isto tem a ver com o formato de entregas quinzenais para os lojistas. A mudança deste tempo acarretaria em custos logísticos e não haveria melhoria no nível de serviço com o cliente. No entanto, dentro do setor de produção, a atividade que agrega valor com maior tempo de duração é a Costura, onde 1000 peças levam 3,3 dias de produção no modelo atual.

O estudo de cronoanálise é realidade nesta empresa. Então todas as operações existentes já foram listadas, cronometradas e tem estudos comparativos ao longo dos anos, utilizados para definição dos tempos padrões por operação. Sempre quando surge uma nova, imediatamente são tiradas as amostras de tempo para definição de metas.

As metas individuais de cada funcionário são acompanhadas hora a hora. Existem dois funcionários no setor de bermuda exclusivos para a função de apontador de tempo, que exerce o acompanhamento individual de metas. Além disso, também auxiliam na movimentação de peças de uma máquina para outra. É realizado o controle diário da meta do setor. Para tal, leva-se em conta a quantidade total disponibilizada para o setor seguinte como resultado. Esta meta é definida por uma média que considera o total programado, dividido pela quantidade de dias programados para a coleção. Esta quantidade de dias é definida conforme os modelos definidos para a coleção e a quantidade de produção. Atualmente está em 850 peças prontas por dia.

A equipe do setor em questão é distribuída da seguinte forma:

- 31 costureiros
- 5 auxiliares
- 2 supervisores (Preparação/Montagem e Finalização)
- 2 apontadores de tempo

O setor de Acabamento, sucessor do setor de Costura, é responsável por executar as operações de costura de etiquetas, limpeza da peça, revisão de qualidade, passadoria e embalagem. Este setor trabalha para todas as linhas de produtos da empresa, mas pode-se considerar que nove operadores são exclusivos para atender a demanda de bermudas e oito utilizam em torno de 50% do tempo nesta demanda. Resultando em treze funcionários.

4.2. LAYOUT ATUAL DA COSTURA

De acordo com o levantamento de dados *in loco*, foi realizado o seguinte desenho do layout da célula de Costura de bermudas, conforme apresentado abaixo na Figura 4. Para análise do layout atual, foi utilizado a ferramenta *Lean* conhecida como diagrama de espaguete. Segundo Freitas (2013), esta ferramenta auxilia a entender o layout ideal com base nas distâncias percorridas na realização de um processo.

O espaço percorrido abaixo é realizado por quatro pessoas ao longo do dia, sendo dois supervisores e dois apontadores de tempo. Os operadores não movimentam lotes, mas pode haver ocorrência de casos onde ficam sem demanda por desalinhamento no suprimento.

Para melhor entendimento do layout esquematizado na Figura 4, deve-se entender na Tabela 1 como será apresentado de acordo com sua legenda.

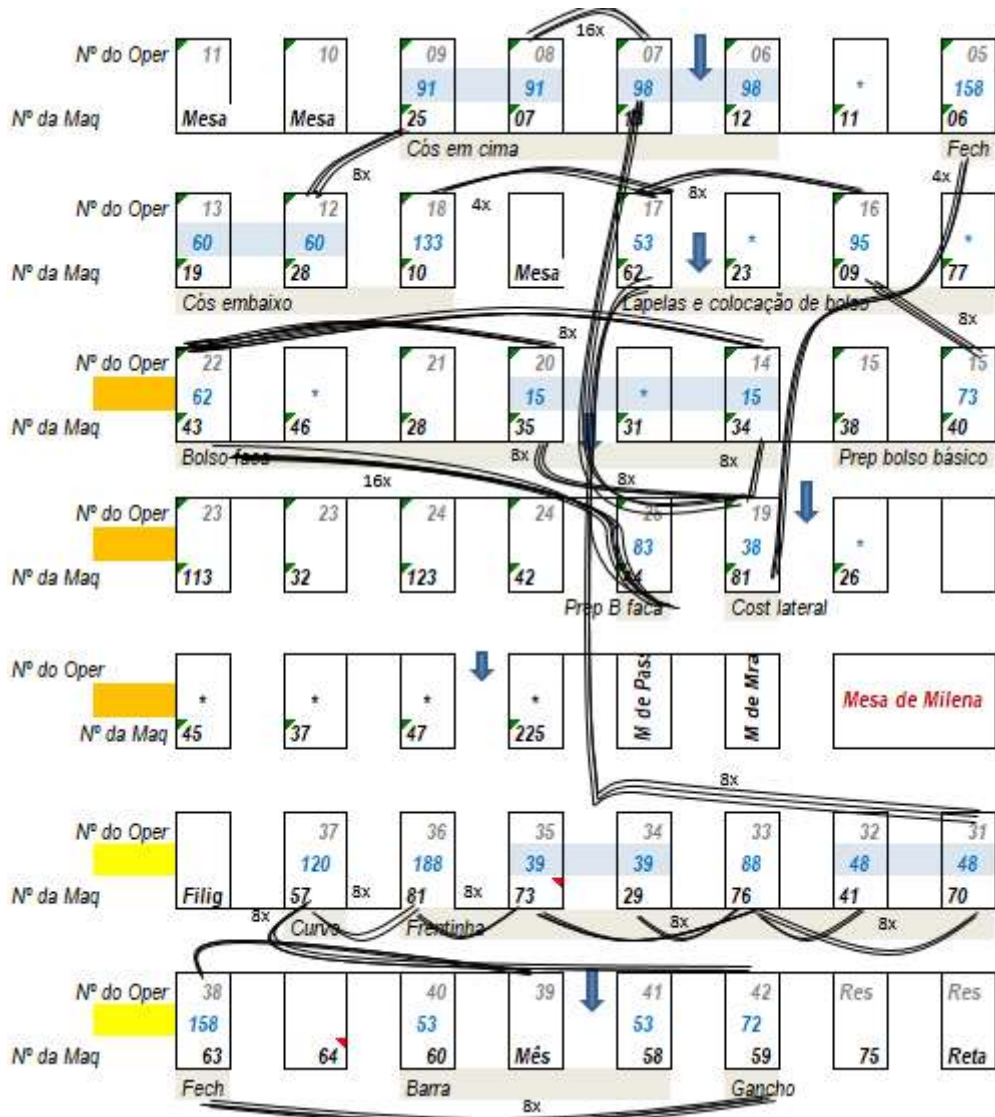
Tabela 1 – Legenda layout

	09		08	Nº operador
	91		91	Meta/hora
Macro operação	25		07	Nº máquina
	Còs em cima			

Fonte: elaboração própria, 2017

Na Tabela 1, mostra que o primeiro valor é o número do operador, conforme os registros de produção. Seus nomes não serão divulgados por uma questão de confidencialidade da empresa. Abaixo a meta/hora, que são os tempos padrões de cada operação, base principal para este estudo. Na terceira linha, o número da máquina. Também conforme os registros de produção. E por último a macro operação que cada grupo de postos de trabalho são responsáveis por fazer.

Figura 4 – Layout atual com diagrama de espagete



Fonte: elaboração própria, 2017

Considerando o valor de 0,70m como um passo padrão, a distância percorrida para um único produto é de 571 metros por dia. Sem levar em conta ida em outros setores para solucionar problemas de materiais. O fluxo de trabalho também se demonstra muito confuso, com muitas idas e vindas.

Os operadores são fixos nas máquinas e operações realizadas. Como esta estratégia de produção foi baseada num modelo de bermuda básica, era possível ter um fluxo de produção mais fluído e sequenciado.

As primeiras quatro fileiras são de Preparação/Montagem. Executam os processos de confecção de lapelas e bolsos, união das partes das peças, estruturação e aplicação de bolsos. A quinta fileira tem algumas máquinas reservas. Já a sexta e sétima são dos processos de Finalização das peças, onde executam processos de braguilha, fechamento entre pernas e barra. As operações de Acabamento ficam em outro local.

4.3 BALANCEAMENTO ATUAL DE PRODUÇÃO

Segundo Moreira (2012, p.381), o balanceamento é a atribuição das operações entre os postos de trabalho, de acordo com o seu tempo de ciclo. Utiliza-se a capacidade da linha de produção para atender o tempo em que cada lote deve ser produzido conforme a demanda dos clientes. O tempo de ciclo é o tempo total necessário para que uma peça fique pronta, considerando todas as suas operações.

A alta diferenciação de modelos, combinado com operadores especialistas em poucas operações, faz com que a linha de produção atualmente comporte vários lotes diferentes. De 3 a 7 referências diferentes, em busca de melhor utilização das horas disponíveis dos operadores, sem considerar a finalização dos produtos.

Na Tabela 2, segue análise tabular de uma simulação realizada no modelo definido como base para estudo, sendo uma bermuda considerada especial (N) pela célula de produção. A mesma considerada na avaliação do layout do tópico anterior com a ferramenta do Diagrama de Espaguete.

Para realizar a simulação utilizou-se a ficha de operações com os tempos padrões da empresa para este modelo. Nesta mesma tabela, consta o percentual de ocupação neste produto dos operadores que irão participar.

Atualmente 31 postos são preenchidos por costureiras, mas apenas 28 postos serão utilizados para produção deste modelo específico de bermuda especial. Na Tabela 2, o tempo padrão está em minutos (centesimal).

Tabela 2 – Bermuda modelo M

MODELO N								
SEQ	OPERAÇÃO	MAQUINA	TEMPO PADRÃO	META /HR	QT OPERAD	QTD/HR	TOTAL/HR	OCUPAÇÃO
1	Overlocar Espelho bolso faca	OV	0,21	286				
2	Overlocar limpeza bolso faca	OV	0,24	250				
3	Overlocar Gancho	OV	0,27	222				
			0,72	83	1	83	83	46%
4	Pregar espelho e limpeza na rede	RETA	1,56	38				
5	Pregar + pespontar bolso faca	RETA	2,48	24				
			4,04	15	2	30	59	65%
6	Fechar bolso faca	INT	0,97	62	1	62	62	62%
7	Unir gancho traseiro	BR3	0,38	158	1	158	158	24%
8	Fechar laterais	INT	0,38	158	1	158	158	24%
9	Pespontar costura lateral	2AG	1,56	38	1	38	38	100%
10	Unir cós	REF	0,09	667				
11	Pregar cós	REF	0,52	115				
			0,61	98	2	197	393	10%
12	Pespontar cós em cima	2AG	0,66	91	2	182	364	11%
13	Pespontar cós embaixo	2AG	1	60	2	120	240	16%
14	Bainha da boca do bolso	RETA	0,39	154				
15	Pregar velcro no bolso	RETA	0,43	140				
			0,82	73	1	73	73	53%
16	Pregar velcro na tampa do bolso	RETA	0,45	133	1	133	133	29%
17	Pregar bolso chapado	2AG	0,63	95	1	95	95	40%
18	Pespontar tampa de bolso	2AG	0,53	113				
19	Pregar tampa de bolso	2AG	0,61	98				
			1,14	53	1	53	53	73%
20	Fazer frentinha	RETA	1,24	48	2	97	194	20%
21	Pregar velcro na frentinha	RETA	0,68	88	1	88	88	44%
22	Pregar limpeza	RETA	1,55	39	2	77	155	25%
23	Pregar velcro na limpeza	RETA	0,32	188	1	188	188	21%
24	Pespontar braguilha	2AG	0,5	120	1	120	120	32%
25	Fazer gancho frontal	2AG	0,83	72	1	72	72	53%
26	Fechar entre pernas	BR3	0,36	167	1	167	167	23%
27	Fazer barras	2AG	1,14	53	2	105	211	18%
			19,98		28			38%

Obs.: Operações em cinza são realizadas pelo mesmo operador

Fonte: elaboração própria, 2018

Na simulação da Tabela 2, é possível entender o motivo para que a linha sempre esteja com mais de um lote simultaneamente. A operação gargalo, com menor saída por hora é de 38 peças e a com maior saída por hora é de 393 peças. Para que os operadores possam alcançar suas metas individuais, conforme mencionadas no tópico anterior, deverão receber outros lotes de produção. Durante os 3,3 dias apresentados na Figura 3, apenas 38% da capacidade produtiva está aplicada a este produto durante o período de produção, considerando que o limite é de 38 peças por hora.

Para evitar o desperdício de espera, onde os funcionários ficariam parados aguardando o posto anterior concluir sua operação para dar continuidade, a empresa acaba tendo o desperdício por excesso de estoque em processamento, em busca de

melhor utilização da capacidade. Esta opção gera impactos como muitos produtos espalhados no setor, que deixam o setor com aspecto bagunçado e provoca confusões para operadores e supervisores. Além disso, torna o tempo de atravessamento mais longo do que deveria ser, dificultando a saída de produtos prontos.

4.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA VAC

A metodologia VAC (Velocidade de atravessamento constante), amplamente utilizada em indústrias de confecção, é uma metodologia baseada nos conceitos de *Just in Time* e *Kanban* do *Lean* com o da Teoria das Restrições, levando em conta as necessidades específicas deste segmento. Tem por objetivo encontrar o *layout* adequado, ter as operações balanceadas e obter o controle das operações. A mudança principal está na forma de controle. Ao invés de acompanhar peça a peça produzida, serão formados os pacotes, que terão suas quantidades definidas conforme o tempo de ciclo de cada produto. Este formato facilita a gestão e melhora o fluxo de produção. O mesmo será melhor detalhado num tópico a seguir.

4.5 PROPOSTA DE BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO

Diante da quantidade de operações que envolve uma bermuda, os pacotes serão dimensionados a cada 60 minutos da célula de produção. Será definido uma quantidade padrão de peças em que a célula de produção é capaz de finalizar com as atividades distribuídas, tendo como foco apenas um produto (lote).

Esta quantidade será chamada de pacote, onde será repartido um grande lote de produção de 1000 peças em lotes menores capazes de serem finalizados a cada 60 minutos, que facilitam a gestão do setor. Se dentro deste período a quantidade for cumprida, significa que o setor cumpriu o tempo previsto de suas operações. Caso não, é porque teve alguma não conformidade e a mesma precisa ser analisada.

A definição do tamanho do pacote é encontrada através da seguinte equação:

Pacote = número de peças por hora por célula

Pacote = (Número de operadores x 60 minutos)/tempo de ciclo por peça

Com a informação do pacote e da sequência de operações, são criados os balanceamentos, que é a alocação mais equilibrada possível dos tempos de operadores e máquinas organizados como mini fábricas, utilizando toda a carga de tempo disponível de cada um, para que um produto (lote) por vez comece e seja finalizado, reduzindo os desperdícios.

Conforme o exemplo a seguir, será utilizado a ficha de operações detalhada na Tabela 2 – Bermuda modelo N como base. Abaixo haverá a definição do pacote considerando o tempo de ciclo 19,98 minutos para uma célula menor de 12 operadores. Na sequência na Tabela 3, haverá um exemplo de balanceamento de operações com dois primeiros operadores.

$$\text{Pacote} = 720 \text{ minutos} (12 \text{ operadores} \times 60 \text{ minutos}) / 19,98 \text{ minutos por peça}$$

$$\text{Pacote} = 36 \text{ peças/hora}$$

Tabela 3 – Exemplo de balanceamento

SEQ.	DESCRICAO DA OPERACAO	MÁQUINA	TEMPO	MINUTO / HORA		PEÇAS / HORA	
			PADRÃO	1	2	1	2
1	Overlocar Espelho bolso faca	OV	0,21	7,5		36	0
2	Overlocar limpeza bolso faca	OV	0,24	8,6		36	0
3	Overlocar Ganchinho	OV	0,27	9,7		36	0
4	Fechar bolso faca	INT	0,97	34,7		36	0
5	Bainha do espelho de lycra	GAL	0,13		4,7	0	36
6	Pregar espelho e limpeza na rede	RETA	1,56		21,8	0	36
				60,5	61,2	143	86

Fonte: elaboração própria, 2017

Exemplo de parte de um balanceamento, seis operações, sendo dois operadores completando a carga de 60 minutos cada, com pacotes de 36 peças. Dificilmente fechará em 60 minutos exatos, mas o objetivo é chegar o mais próximo possível. O mesmo será feito com todas as operações até completar a carga dos 12 operadores.

4.6 PROPOSTA DE LAYOUT DA COSTURA

Segundo Tubino (1999, p.50), a organização celular reduz consideravelmente os *leads times* de produção, por reduzir tempos como o de espera na fila, *setup*, de processamento e de produção. Outra grande vantagem é a redução dos estoques em processo, porque a conversão da matéria prima em produto acabado ocorre de forma mais rápida. Em um estudo de layout feito em uma fábrica da Azaléia no Rio Grande do Sul segundo Tubino (1999, p.50), o tempo de produção de um tênis caiu de 5 dias para 3 horas. Essa mudança de layout será essencial para redução do desperdício de movimentação desnecessária e aderência aos balanceamentos com base da metodologia VAC apresentados no tópico anterior.

Segundo Tubino (1999, p.51), para implantar de forma efetiva o layout celular em um fluxo contínuo, dois pontos precisam ser levados em conta: clareza da estrutura necessária para a fabricação do produto e viabilidade do balanceamento de operações. Ao fim dos estudos, só será possível ter os ganhos de tempo desejados, se os maquinários comportarem o balanceamento estudado e os operadores capazes de executar.

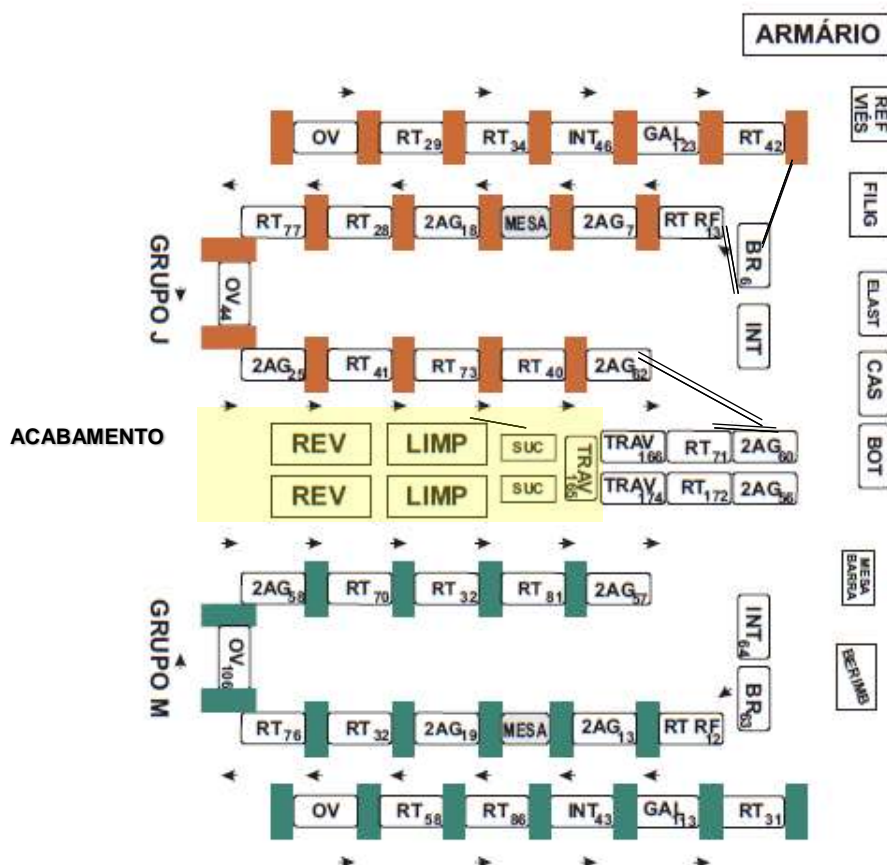
O desenho da célula é essencial para a viabilidade do balanceamento. Segundo Tubino (1999, p.59), o ideal é que seja com o formato em “U”, podendo também modelos em “V” ou “L”, combinações que formam uma serpentina. Entre as vantagens deste modelo está a flexibilidade da capacidade, que permite que as tarefas sejam redistribuídas para mais ou menos pessoas, modificando apenas o tempo de ciclo. Também a redução do tempo de atravessamento do produto de um posto para outro, realizado pelos próprios operadores sem aumentar no tempo, por conta da proximidade, que reduz a necessidade de auxiliares para executar esta função exclusivamente.

Diante dos balanceamentos para cada uma hora, a grande célula de produção atual deve ser dividida em duas menores, como duas minis fábricas. Esta redução facilita o acompanhamento de resultados de cada operador e do grupo.

Os maquinários precisam ser organizados de forma sequenciada, cada operador tem uma hora para completar seu pacote e então deixar disponível no caixote ao lado para o próximo operador. Na Figura 5, será apresentado o layout proposto conforme análise dos modelos hoje fabricados, acompanhado das

marcações do diagrama de espaguete para entendimento de como vai ficar a circulação neste novo formato.

Figura 5 – Layout proposto



Fonte: elaboração própria, 2017

Para melhor funcionamento da metodologia VAC, diante da variedade de modelos que são produzidos ao longo de uma coleção, o ideal é ter máquinas adaptadas para fácil locomoção. Caso algum modelo apresente uma sequência bem diferente, a adaptação irá proporcionar maior fluidez no processo.

Com o mesmo produto analisado no layout anterior no tópico 4.2, considerando o valor de 0,70m como um passo padrão, a distância percorrida para um único produto é de 145 metros por dia, 25% do valor anterior.

Com a célula balanceada, é possível produzir com 24 costureiras, divididas em 2 células a necessidade da empresa, com um planejamento mensal que nivele os variados tipos de modelos disponíveis.

Os produtos não conformes das células são identificadas no processo de revisão de qualidade no setor de Acabamento, localizado no final do galpão. Assim como as etapas de finalização do produto que precedem a inspeção. Para reduzir o tempo de atravessamento e desgastes com retrabalhos, o novo layout prevê a integração das atividades de acabamento até a inspeção de qualidade (área em amarelo). Peça concluída, será peça revisada.

As únicas atividades que ficarão de fora são as de passadoria e embalagem, que atendem todos os módulos e a mudança não se faz necessária.

4.7 OUTRAS ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO VAC

Para que o balanceamento proposto funcione da forma esperada, algumas ações complementares precisam ser realizadas para a implementação e manutenção deste método.

4.7.1 TRANSFORMAR FUNCIONÁRIOS POLIVALENTES

Segundo Tubino (1999, p.152), um operador polivalente é aquele que tem condições técnicas de cumprir diferentes rotinas operacionais. Mesmo tendo a maioria dos operadores no mesmo cargo de costureiro, a variação de operações e máquinas é alta. Para que os balanceamentos planejados deem resultado, há necessidade de mais funcionários polivalentes, ou seja, que saiba fazer com qualidade e produtividade, mais funções.

Os líderes devem incentivar este aprendizado e monitorar a evolução de cada membro da equipe neste novo desafio. Ter pessoas que são ótimas em apenas uma função não tem aderência neste novo modelo com grande variação de produtos que existe ao longo de uma coleção.

4.7.2 FORMAÇÃO DE PACOTES

Para cada balanceamento, precisa ter uma quantidade definida dos pacotes para cada 60 minutos. Todo lote de produção antes de ser enviado para a costura, é contado e revisado. No processo de contagem, deve-se incluir a separação por quantidade do pacote conforme balanceamento. Com os operadores fazendo um pacote por hora, facilita a gestão a vista do setor e identificação dos gargalos.

Além dos pacotes, dentro das células deve ser adotada a filosofia *just in time*. Não havendo mais acúmulo de estoque em processo. A célula terá acesso ao lote no momento de inserir o produto na linha.

O setor de abastecimento deve garantir que os aviamentos de corte (entretelas, forros e limpezas) e os aviamentos que saem do almoxarifado (linhas, etiquetas, metais e aviamentos em geral), sejam entregues para o supervisor da célula junto com o lote separado em pacotes. O produto só será disponibilizado após estar completo e conferido.

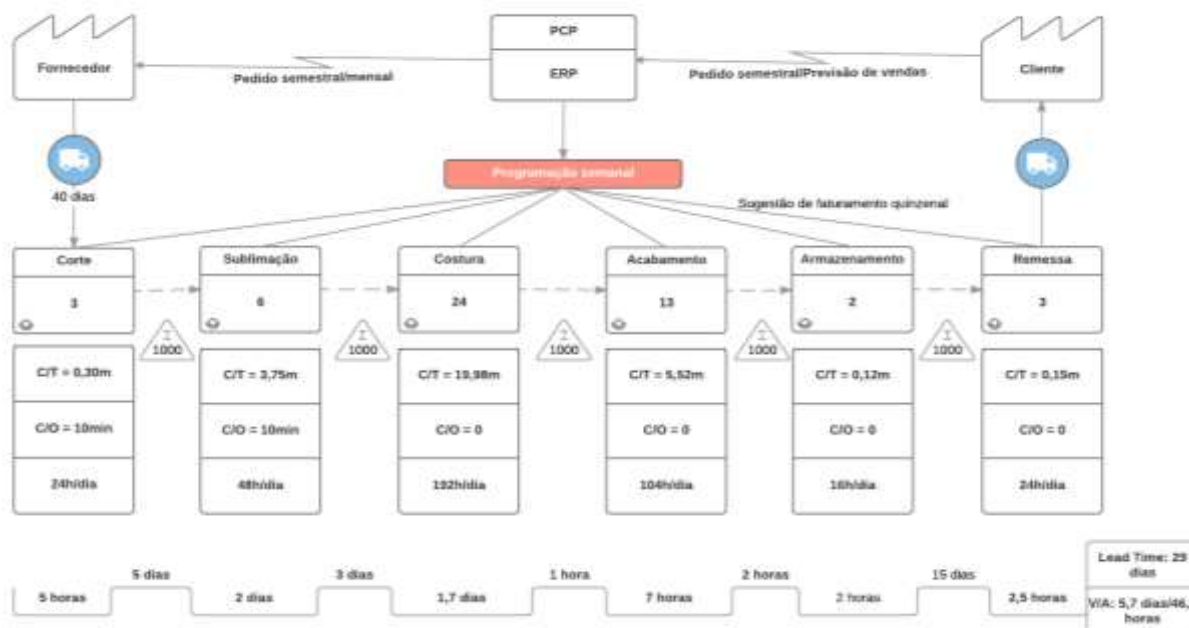
4.7.3 PREPARAÇÃO DOS LÍDERES

A aplicação desta proposta só poderá ser positiva se for bem compreendida pelos operadores e principalmente pelos supervisores de células, responsáveis pela distribuição e acompanhamento do trabalho na equipe. Todos precisam ser treinados e acompanhados no processo de implementação para garantir o fluxo contínuo dos produtos. Sem envolvimento da equipe, não é possível obter resultados.

4.8 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR PROPOSTO

Na Figura 6 está uma nova ilustração esquemática do mapeamento do fluxo de valor, considerando as melhorias apresentadas para esta etapa de produção.

Figura 6 – Mapa do fluxo de valor proposto



Fonte: elaboração própria, 2017

No fluxo completo, com a diminuição dos tempos o fluxo cai de 33,4 dias para 29 dias. Redução de 13%.

4.9 RESULTADOS ESPERADOS

De acordo com as simulações realizadas, a previsibilidade da produção será bem mais assertiva visto que todo o grupo estará dedicado na entrega deste único produto (lote). Reduzindo o tempo de atravessamento do lote de produção, agindo em apenas um dos setores produtivos da empresa.

Nas operações de costura, foco da proposta, é onde a redução do tempo de atravessamento é mais relevante. Em um lote de 1000 peças com o tempo padrão de 19,98 minutos, utilizado como base de exemplo, o tempo de atravessamento cai de 3,3 dias para 1,7 dias. Reduzindo em 48% no setor gargalo, que possui o maior tempo que agrega valor. Com a diminuição do setor da costura e do tempo de desperdício entre costura e acabamento, o fluxo cai de 33,4 dias para 29 dias. Redução de 13%.

Outro ponto positivo do balanceamento é a redução de pessoas na célula de produção. Apenas para operações de costura são 31 operadores e 2 apontadores de

tempo. Com o novo modelo proposto é possível ter a mesma saída mensal de produtos com 24 costureiros e sem a necessidade dos apontadores de tempo, responsáveis pelo controle individual, pois o importante será a produção do grupo e os gargalos serão facilmente identificados com os pacotes. Redução de 17% do quadro total e 23% só na função de costureiro. Podendo ser alocados em outras atividades que agregam valor.

Também haverá a diminuição da distância percorrida ao longo do dia. Levando em consideração apenas um produto no novo layout, cai de 571 metros por dia para 145 metros, 25% do valor anterior.

Os resultados podem ser melhor observados na Tabela 4 logo abaixo. Nela consta as comparações dos dados atuais levantados e os propostos com a aplicação das ferramentas.

Tabela 4 – Resultados esperados da proposta

MODELO N	ATUAL	PROPOSTO	RESULTADO	
TEMPO DE ATRAVESSAMENTO DO LOTE	33,4	29	13%	↓
TEMPO DE ATRAVESSAMENTO NA COSTURA	3,3	1,7	48%	↓
QTD COSTUREIROS	31	24	23%	↓
QTD TOTAL DE FUNCIONÁRIOS	53	44	17%	↓
TEMPO DE PRODUÇÃO - LOTE EM DIAS	3,3	1,7	49%	↓
PRODUÇÃO MÉDIA/MÊS (22DIAS)	6.667	12.941	94%	↑
CAMINHO PERCORRIDO MÉDIA/DIA	571	145	75%	↓

Fonte: elaboração própria, 2018

5. CONCLUSÃO

A metodologia do *Lean Manufacturing* nos auxilia através de diversas ferramentas identificar o quanto as empresas de forma geral desperdiçam o tempo em atividades que não irão trazer resultado. Muitas vezes os processos são desenhados e perpetuados levando em conta o funcionamento interno da empresa e não na necessidade do cliente.

Este estudo se baseia em apenas uma célula, de uma indústria e com base de tempos de um modelo apenas. E ainda assim foi possível visualizar resultados positivos em diminuição de desperdícios, menor *lead time* e redução de custos.

Aplicado aos demais setores da empresa é possível trazer muitos ganhos. Mas o desafio não está em apenas analisar e implementar. Garantir a manutenção do método no dia a dia é essencial para seu sucesso. O grande diferencial está na filosofia de disciplina e melhoria contínua, características da cultura asiática.

A combinação de ferramentas do *lean* e conceitos de administração da produção como o balanceamento de produção tornam estes resultados possíveis. A indústria de confecção lida com uma variação de processos muito alta e em grande maioria, o resultado está na mão do operador, já que se trata de uma atividade artesanal.

Diante de todas as informações analisadas, é necessário a padronização dos processos de produção que irá trazer mais segurança em qualidade e tempos. E para isso, o entendimento e acompanhamento diário na produção se tornam essenciais para que seja realista e aplicável.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRADORES. Diagrama de espaguete. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434/>> Acesso em 23 de julho de 2017

BALLE, Michael. Lean Institute Brasil - STP ou Toyota way. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/445/stp-ou-toyota-way.aspx>> Acesso em 22 de julho de 2017

COUTINHO, Thiago. Pensamento Enxuto e seus 5 princípios. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pensamento-enxuto>> Acesso em: 01 de dezembro de 2017

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa – 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2010

GORI, Rodrigo Martinez. O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem lean manufacturing. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves, RS. ENEG

LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica – 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Mapeamento do fluxo de valor (VSM) - Estado Atual e Futuro. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-\(vsm\)---estado-atual-e-futuro.aspx](http://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-(vsm)---estado-atual-e-futuro.aspx)> Acesso em 25 de julho de 2017

LEAN INSTITUTE BRASIL. Perguntas frequentes. Disponível em: <http://www.lean.org.br/perguntas_frequentes.aspx> Acesso em 21 de julho de 2017

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações - 2ª edição. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SLACK, Nigel. Administração da produção – 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VAC. Velocidade de atravessamento constante. Disponível em: <<http://www.vacnds.com.br/>> Acesso em: 30 de novembro de 2017

VAGAS, Rodrigo. Lean Manufacturing. Disponível em: <<https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing/>> Acesso em 22 de julho de 2017

WOMACK, James. P.; JONES, Daniel. T.; ROOS, Daniel. A Máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1992