

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO NA FÁBRICA MARIA BEATRIZ LINGERIE

João Luiz Alves Neto

Graduando do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7).

jnetonp@gmail.com

Alan Bessa Gomes Peixoto

Professor adjunto do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7). Mestre em Logística e Pesquisa Operacional pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Gestão de Negócio com ênfase no Setor Elétrico e em Gerenciamento de Projetos pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Graduado em Engenharia de Produção (UNIFOR) e em Eletromecânica pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC). Professor de cursos de graduação e pós-graduação da UNI7 e do Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS). Responsável pela Regional Metropolitana da Enel Distribuição Ceará.

alan-bessa@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo aplicar a Teoria das Restrições em um sistema produtivo de uma fábrica de lingerie, situada na Região Metropolitana de Fortaleza. Foi realizado um estudo sobre o processo de fabricação de duas linhas de produtos: sutiãs com bojo comum e sutiãs com bojo de rendas. Foram realizadas medições dos tempos de produção de cada produto, avaliado o *layout* atual, realizada entrevista com os operadores, além do levantamento de todo o processo produtivo. Com a aplicação da Teoria das Restrições, foi identificada a restrição do sistema e foi realizada proposta de elevar a restrição, trazendo ganhos importantes para a empresa. Com a aplicação da TOC, a empresa possui oportunidades de melhorar o lucro, melhorando seus processos, além de atender às expectativas de seus clientes, atendendo toda a demanda com otimização do processo de produção, com foco no aumento do lucro da empresa e redução de desperdícios no processo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo Físico, Estudo de Layout, Otimização da Produção, Teoria das Restrições (TOC).

ABSTRACT

The purpose of this article was to apply the Theory of Constraints in a production system of a lingerie factory, located in the Metropolitan Region of Fortaleza. A study was carried out on the manufacturing process of two product lines: bras with common bulge and bras with lace bulge. Measurements were taken of the production times of each product, the current layout was evaluated, interviews were carried out with the operators, as well as a survey of the entire production process. With the application of the Theory of Constraints, the restriction of the system was identified and a proposal was made to increase the restriction, bringing important gains to the company. With the application of TOC, the company has opportunities to improve profit, improving its processes, as well as meeting the expectations of its customers, meeting all the demand with optimization of the production process, focusing on increasing the company's profit and reducing waste in the production process.

KEYWORDS: Physical Arrangement, Layout Study, Production Optimization, Theory of Constraints(TOC).

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o sindicato do vestuário do Estado de São Paulo (2010), a indústria de vestuário é uma das mais antigas e tradicionais do Brasil. No ano de 2008 eram mais de 20.000 indústrias formais no Brasil que faturaram neste ano mais 34 bilhões de dólares. Além disso, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções (ABIT) (2011), as confecções de moda íntima estão em todo território brasileiro, empregando aproximadamente 1,3 milhões de pessoas.

Segundo Maximiano (2004), o arranjo físico é uma ferramenta estratégica aplicada para se alcançar a eficiência desejada. Um arranjo físico bem planejado pode beneficiar todos os setores de uma organização, pois determina a forma, aparência e a maneira como materiais, informações e clientes fluem através da operação.

Para construção do *layout*, são fundamentais informações sobre especificações e características do produto, quantidades de produtos e de cada materiais, sequências de operações e de montagem, espaço essencial para cada equipamento, incluindo espaço para deslocação do colaborador, estoques, manutenção, informação sobre o recebimento, expedição, estocagem de matérias-primas, produtos acabados e transporte (MARTINS, 2006).

De acordo com Peinado e Graeml (2007), a escolha do arranjo físico define como a empresa vai fabricar. O *layout* é a parte mais perceptível de qualquer organização, logo é imprescindível estudá-lo sempre que se pretende a implantação de uma nova unidade fabril ou quando se estar promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em andamento. Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), as decisões sobre o arranjo físico geralmente exercem impactos diretos nos custos da produção, além disso, vale salientar que elevados investimentos são necessários caso seja necessário construir ou rearranjar o *layout* produtivo.

A indústria do vestuário é um dos setores que mais cresceu no país, por precisar de pouco nível tecnológico e de pouco investimento de capital, essa indústria é a pioneira no processo de industrialização (BARCELOS; ATAÍDE, 2014).

Segundo BIERMANN (2007), o processo produtivo de confecções é uma sequência operacional que começa no planejamento da coleção, estende-se pela

produção e é finalizada na expedição. Sendo assim, a distribuição física do ambiente deve estar conforme a sequência operacional, diminuindo as perdas por movimentação de material e de pessoas ajudando com a gestão visual.

Portanto, a finalidade deste trabalho foi analisar o atual arranjo físico de uma fábrica de moda íntima feminina, aplicar os conceitos da Teoria das Restrições, buscando identificar a restrição do processo que limita o aumento do ganho e propor as melhorias de *layout* necessárias que podem contribuir para maximizar o rendimento da sua linha de produção, bem como a lucratividade.

Neste contexto, com base no que foi exposto anteriormente, a fábrica Maria Beatriz *Lingerie* foi escolhida como estudo de caso. A fábrica em estudo, teve uma grande mudança nos últimos anos, sendo necessária a aquisição de um novo espaço físico para as suas instalações. Entretanto, não houve um estudo de *layout* produtivo para a localização das máquinas. Devido a ineficiência operacional da linha de produção da fábrica em estudo, foi verificada a necessidade de otimização da sua linha de produção.

O problema do estudo em questão é responder a seguinte questão? Como pode-se otimizar o processo produtivo e melhorar a produtividade e o ganho no setor produtivo da empresa Maria Beatriz *Lingerie*?

O objetivo geral deste estudo é avaliar o *layout* atual da Maria Beatriz *Lingerie* e propor melhorias através da aplicação da Teoria das Restrições, com o objetivo de aumentar o ganho (lucro) da empresa. Os objetivos específicos deste estudo são: fazer uma revisão sobre arranjo físico, fazer uma revisão sobre Teoria das Restrições, descrever o processo produtivo na Beatriz *Lingerie*, identificar a restrição do sistema e propor melhorias no processo produtivo da empresa.

Este artigo é dividido em 5 capítulos, sendo o primeiro capítulo a introdução do artigo, seguindo da revisão da literatura no segundo capítulo, o método encontra-se no terceiro capítulo, o estudo de caso no quarto capítulo e finalmente, as considerações finais e conclusão do artigo no quinto capítulo. Posteriormente, mostra-se as referências, apêndices e anexos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta parte é apresentado conceitos e fundamentos existentes na literatura científica sobre o tema em estudo, que irão conduzir a pesquisa.

2.1 ARRANJO FÍSICO

O arranjo físico baseia-se na disposição dos equipamentos, máquinas, instalações e pessoal da operação, em uma unidade produtiva, determinando o fluxo de materiais, informações e clientes (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

De acordo com Gurgel (2007, p. 13), arranjo físico é:

a arte e a ciência de se converter os elementos complexos e inter-relacionados da organização da manufatura, e facilidades físicas em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização entre a geração de custo e a geração de lucros.

2.2 Objetivo do Arranjo Físico

Para Slack, Chambers e Johnson (2009), o propósito do arranjo físico é permitir o mais adequado desempenho dos colaboradores e dos equipamento, de modo que o trabalho proceda de maneira simples e fácil. Entre os objetivos destacam-se:

1. **clareza de fluxo** – todo o fluxo deve ser visivelmente sinalizado para clientes e pessoas da operação;
2. **segurança inerente** – os processos que constituem perigo tanto para mão-de-obra quanto para clientes, têm de ter autorização de entrada. As saídas de emergência tem que ser claramente sinalizadas e as passagens devem ser mantidas livres;
3. **coordenação gerencial** – supervisão e comunicação devem ser simplificadas pelo posicionamento dos funcionários e meios de comunicação;
4. **flexibilidade de longo prazo** – conforme houver modificações na operação, o arranjo físico deve ser mudado;
5. **uso do espaço** – os *layouts* produtivos devem suportar o uso compatível ao espaço disponível da operação;

6. **acessibilidade** – as máquinas, equipamentos e instalações devem mostrar um nível de acessibilidade satisfatório para manutenção e limpeza adequadas;
7. **conforto para os funcionários** – o *layout* deve fornecer aos funcionários um ambiente de trabalho ventilado, iluminado e quando viável, agradável.

2.3 Formas Tradicionais de Arranjo Físico

Encontram-se principalmente três tipos básicos de arranjo físico que apresentam particularidades e potenciais bastante específicos que contribuem para impulsionar o funcionamento do sistema produtivo. Estes arranjos são denominados arranjos clássicos: funcional, posicional e por produto. Porém existem outros modelos de arranjo físico, denominados de híbridos, que reúnem peculiaridades de dois ou mais arranjos clássicos são eles: celular, misto e modular (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

2.3.1 Arranjo Físico Funcional

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), arranjo físico funcional ou por processo, tem como finalidade unir recursos com função ou processo semelhante. O propósito para isso é que pode ser adequado para operação deixá-los juntos, da maneira que produtos, informações e clientes poderão passar pelas atividades conforme suas necessidades (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

De acordo com Peinado e Graeml (2007, p. 212),

o arranjo físico por processo agrupa, em uma mesma área, todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função. Por isso, é conhecido também como arranjo funcional. Este arranjo também pode agrupar em uma mesma área operações ou montagens semelhantes. Os materiais e produtos se deslocam procurando os diferentes tipos de processo de cada área necessária. É um arranjo facilmente encontrado em prestadores de serviços e organizações do tipo como comercial.

Segundo Peinado e Graeml (2007), as vantagens do arranjo físico funcional são:

1. **grande flexibilidade para atender a mudanças de mercado** – de uma maneira geral, basta alterar o fluxo a ser seguido pelo produto durante sua fabricação;
2. **bom nível de motivação** – a mão-de-bra nesse arranjo, geralmente, é especializada e qualificada. Não existe produção repetitiva quando os produtos são únicos, contribuindo para a diminuição da monotonia e do tédio no trabalho;
3. **atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo** - enquanto um produto está passando por um processo em determinada área, é admissível que outro produto diferente do que está em processo esteja recebendo outro processamento, na mesma planta fabril;
4. **menor investimento para instalação do parque industrial** – os equipamentos similares quando são agrupados formando um único sistema, os custos de instalações geralmente diminuem;
5. **maior margem do produto** – a maior margem de contribuição não advém do tipo de arranjo físico e sim do tipo de produto de maior valor agregado, que, geralmente se produz nesse tipo de arranjo.

2.3.2 Arranjo Físico por Produto

É consequência de quando os processos são dispostos de acordo com a continuidade de produção, e o fluxo de materias é direto de uma área de trabalho à outra (COSTA, 2004).

Segundo Peinado e Graeml (2007, p. 203),

neste tipo de arranjo, as máquinas, os equipamentos ou as estações de trabalho são colocados de acordo com a seqüência de montagem, sem caminhos alternativos para o fluxo produtivo. O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo. Este arranjo permite obter um fluxo rápido na fabricação de produtos padronizados, que exigem operações de montagem ou produção sempre iguais. Neste tipo de arranjo, o custo fixo da organização costuma ser alto, mas o custo variável por produto produzido é geralmente baixo, caracteriza-se como um arranjo físico de elevado grau de alavancagem operacional.

Vantagens do arranjo físico por produto:

1. **possibilidade de produção em massa com grande produtividade** - a produtividade por mão-de-obra torna-se elevada neste tipo de arranjo, pois as tarefas são altamente repetitivas, a complexidade por tarefa é mínimo e a automatização é, normalmente, mais elevado (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 203).;
2. **carga de máquina e consumo de material constantes ao longo da linha de produção** - segundo Peinado e Graeml (2007, p. 204), “é mais fácil obter uma condição de balanceamento da produção uma vez que o mesmo tipo de produto está sendo fabricado na linha, a qualquer momento”;
3. **controle de produtividade mais fácil** – de acordo com Peinado e Graeml (2007, p. 204), “a velocidade do trabalho em uma linha de produção é mais fácil de ser controlada, principalmente quando se trata de linha motorizada”.

2.3.3 Arranjo Físico Posicional

Nesse modelo de arranjo, quem passa pela transformação fica parado, enquanto o equipamento, máquina, instalações e pessoas percorrem na quantidade necessária. Por motivos de que o produto seja muito frágil ou muito grande (TUCCI, 2006).

Para Corrêa e Corrêa (2009), esse modelo tem sua eficiência baixa, pois grande parte das empresas que precisam deste tipo de arranjo, em geral, terceirizam boa parte das etapas. Contudo, esse modelo possibilita maior personalização, normalmente as empresas que o usam dedicam-se a produtos únicos ou quantidades pequenas.

Para Peinado e Graeml (2007), das vantagens do arranjo físico posicional destacam-se:

1. não há movimentação do produto;
2. quando tratar-se de projetos do tipo montagem ou construção, é possível utilizar técnicas de programação e controle, por exemplo: PERT e CPM, cujo os *softwares* são bastante acessíveis;

3. é possível terceirizar todo o projeto, ou parte dele, em prazos previamente fixados.

2.3.4 Arranjo Físico Celular

O arranjo físico celular busca juntar as vantagens do arranjo físico por processo com a vantagem do produto. A célula da linha de produção constitui em organizar em um só local, conhecido como célula, equipamentos diferentes que consigam fabricar o produto inteiro. O material se movimenta dentro da célula procurando os processos necessários, entretanto a movimentação ocorre em linha (PEINADO; GRAEML, 2007).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2009), este tipo de arranjo busca aumentar a eficiência das desvantagens achadas no arranjo físico funcional, buscando não perder a sua flexibilidade.

Para Peinado e Graeml (2007), este tipo de arranjo físico apresenta as seguintes vantagens:

1. **aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto** – quando as máquinas são posicionadas em células o tempo de *set-up* reduz, possibilitando assim, reduzir o tamanho dos lotes de produção, conseqüentemente, tornando a operação mais flexível;
2. **diminuição do transporte de material** – a proximidade das máquinas e equipamentos faz com que a necessidade de movimentação seja reduzida. Na maioria das vezes, isto elimina a necessidade de equipamentos de movimentação dispendiosos entre um processo e outro;
3. **diminuição dos estoques** – a diminuição dos lotes mínimos de fabricação já reduz o estoque médio do produto acabado, além disso, existe a redução do estoque em processo, devido a redução do tempo de espera dos itens em processamento entre uma estação de trabalho e outra;
4. **maior satisfação no trabalho** – uma das principais contribuições desse tipo de arranjo é ligada ao ambiente de trabalho. Devido aos funcionários serem responsáveis pelo processo completo de produção do item, o

trabalho se torna mais interessante e faz com que os funcionários se sintam mais responsáveis e valorizados pela empresa.

2.3.5 Arranjo Físico Misto

Este tipo de arranjo é aplicado quando se deseja usufruir das vantagens de vários tipos de arranjo físico simultaneamente. Em geral, é usado uma mistura dos arranjos por produto, processo e celular (PEINADO; GRAEML, 2007).

Em muitas situações é preciso juntar características de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico, ou utilizar modelos básicos de arranjos físicos em diferentes fragmentos da operação de maneira autêntica (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.4 ARRANJOS FÍSICOS NO SEGMENTO DE CONFECÇÃO

Nesse capítulo será abordado a importância do *layout* para fábrica, a fim de facilitar a circulação do pessoal e melhorar a produção.

2.4.1 Importâncias do *Layout* para Fábrica

Para melhor utilização de uma fábrica é necessário, entre outras coisas, um estudo de *layout*, que tem por finalidade facilitar o trabalho. Com o uso apropriado de um *layout* é possível conseguir melhorias na produtividade já que os produtos estão colocados de forma acessível, tanto na localização (LAS CASAS, 2004).

Ao se organizar de maneira ótima os setores no espaço físico da fábrica consegue adquirir ganhos de espaços notáveis. Além disso, podem-se diminuir os transportes e assim reduzir o tempo de entrega da produção (LAS CASAS, 2004).

Já para Camarotto (2005), o planejamento de um *layout* para as empresas tem como foco o melhor resultado, flexibilidade, custos, segurança, condições de trabalho, fatores de avaliação e qualidade para o processo produtivo.

2.5 POSSÍVEL FERRAMENTA PARA MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO

Neste capítulo será abordado os conceitos de Teoria das Restrições e apresentar de forma breve os cinco passos da Teoria das Restrições.

2.5.1 Teoria das Restrições

Criada pelo físico israelense Eliyahu Goldratt na década de 70, a Teoria das Restrições ou TOC (*Theory of Constraints*), é um processo de melhoria contínua que auxilia na tomada de decisões nas empresas, principalmente em relação à maximização do ganho, otimizando a produção.

Para Goldratt (2002), o planejamento das atividades, sua execução e controle deve ser realizada através do gerenciamento da restrição, sendo que restrição é tudo aquilo que limita o ganho, empresa ou processo de ganhar mais dinheiro. A ideia é agir sobre a restrição identificada, fazendo com que o sistema tenha seu lucro maximizado.

O gerenciamento de restrições é uma nova abordagem que planeja e controla a produção e venda de produtos e serviços. Esta abordagem reconhece o poderoso papel que a restrição (o recurso limitante) desempenha na determinação da saída do sistema de produção como um todo. Através do conhecimento e da compreensão profunda dos conceitos de gerenciamento de restrições, os gerentes podem perceber melhorias imediatas no resultado de suas organizações e, através de uma abordagem focalizada de aprimoramento contínuo, podem planejar para suprir também as necessidades futuras (COX III; SPENCER, 2008).

O livro *A Meta*, de Goldratt, foi publicado pela primeira vez em 1984 para introduzir os princípios globais de manufatura conhecidos até então. A teoria das restrições consiste dos seguintes componentes: (1) um ramo logístico, com metodologias tambor-pulmão-corda e o gerenciamento de pulmões e as estruturas lógicas de análise V-A-T (utilizadas para projetar e analisar linhas de produção assim como os sistemas de distribuição); (2) um segundo ramo que consiste no processo de focalização em cinco etapas. Nos indicadores de desempenho do sistema (ganho, inventário e despesas operacionais), a aplicação do ganho e as

aplicações de decisões do composto de produção; e (3) um terceiro ramo envolvendo a solução de problemas/processo de pensamento que consistem em diagramas de efeito-causa-efeito (ECE) e seus componentes (ressalvas de ramo negativo, árvore da realidade atual, árvore da realidade futura, árvore de pré-requisitos e árvore de transição). O processo de auditoria ECE e a metodologia de “dispersão de nuvens” (COX III; SPENCER, 2008).

Ainda de acordo com Cox III e Spencer (2008), restrição é qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a sua meta. As restrições podem ser físicas, como por exemplo, um equipamento ou a falta de material, mas elas podem ser também de origem gerencial, como procedimentos, políticas e normas.

Na teoria das restrições, a focalização das 5 etapas é um processo para aprimorar continuamente as organizações através da avaliação do sistema de produção e do composto mercadológico para determinar como obter mais lucro usando o sistema de restrições.

De acordo com Goldratt (2002), os cinco passos da Teoria consistem em:

1. **identificar a restrição** - deve-se identificar a restrição do sistema, ou seja, identificar o posto de trabalho, máquina, pessoa ou recurso que limita o ganho do sistema;
2. **explorar a restrição** - deve-se explorar ao máximo a restrição, ou seja, a restrição (ou gargalo) não deve possuir ociosidades ou retrabalhos;
3. **subordinar tudo à restrição** - deve-se garantir que todos os recursos não restritivos só devem ser utilizados na medida exata da demanda. Na TOC, é permitida certa ociosidade de um recurso não gargalo;
4. **elevantar a restrição** - deve-se buscar alternativas de aumentar a capacidade da restrição, seja através de novos investimentos ou trabalhos de melhorias nos processos, buscando a eliminação de desperdícios e retrabalhos;
5. **verificação** - observa-se que se a restrição for eliminada, o processo volta ao passo 1 buscando identificar a nova restrição do sistema. Caso a restrição ainda não tenha sido eliminada, volta-se ao passo 4, buscando elevar ainda mais a restrição. Este passo, garante a melhoria contínua da Teoria das Restrições.

Gaither e Frazier (2002), afirmam que a abordagem da Teoria das Restrições é também conhecida como a Metodologia TPC (Tambor-Pulmão-Corda). A metodologia TPC é a base da TOC aplicada à produção e objetiva aumentar o ganho e reduzir o inventário.

1. **tambor** - com a mesma analogia dos tambores, definem o ritmo de todo o sistema produtivo;
2. **pulmão** - na TOC, os pulmões podem ser de tempo ou material para sustentar o ganho e /ou o desempenho dos prazos de entrega. Eles podem ser mantidos nos pontos de convergência e de restrição (com um componente restritivo), nos pontos de divergência e nos pontos de expedição. O Pulmão é a representação da margem de segurança para a proteção da restrição.
3. **corda** - é responsável por sincronizar a chegada dos materiais no pulmão a admissão de novas matérias-primas no sistema.

De acordo com Cox III e Spencer (2008), outros conceitos importantes para esta teoria são:

4. **ganho** - significa a taxa na qual o sistema gera dinheiro através das vendas;
5. **inventário** - é definido por todos os itens comprados que podem ser revendidos e inclui bens acabados , estoques intermediários e matérias-primas.
6. **despesas operacionais** - é a quantidade de dinheiro gasta pela empresa para converter inventário em vendas em um período específico de tempo.
7. **gerenciamento de pulmões** - é um processo no qual toda a expedição da fábrica ocorre de acordo com o que é programado para estar nos pulmões(restrição, expedição e pulmões de montagem). Pela liberação desses materiais nos pulmões, o sistema ajuda a evitar ociosidades na restrição e o atraso nas entregas dos clientes. Além disso, identificam-se as causas de possíveis faltas de itens nos pulmões.

3 MÉTODO

Segundo Marconi e Lakatos (2003), o método é um grupo de operações sistemáticas e racionais que, com cuidado e administração, possibilita alcançar o objetivo, conhecimentos importantes e reais, planejando um caminho a ser aplicado, achando os erros e contribuindo nas decisões do cientista.

Para Matias-Pereira (2012), o método de pesquisa é um modo de averiguar a autenticidade das informações e mostrar de uma maneira coesiva os fenômenos analisados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO E ESTRATÉGIA DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa pode ser compreendida como um modo escolhido pelo pesquisador a fim de averiguar a verdade dos fatos e esclarecer de forma segura os fenômenos analisados (MATIAS-PEREIRA, 2012).

Dessa forma, no que se refere o tipo, a presente pesquisa é do tipo exploratória-descritiva. A pesquisa exploratória necessita de um levantamento bibliográfico (MATIAS-PEREIRA, 2012). Já a pesquisa descritiva registra, analisa e compara os fatos sem modificá-los (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

O sentido deste trabalho é qualitativo, em que o interesse não é numérico e sim no entendimento e interpretação dos resultados que são alcançados de forma indutiva que não podem ser quantificáveis (MATIAS-PEREIRA, 2012).

No que se refere aos meios de investigação, usa-se o método da observação assistemática, que trata-se de uma de uma observação espontânea, livre, informal, que compõe-se em analisar os fatos sem que seja necessário fazer perguntas diretas (MARCONI; LAKATOS, 2012).

Sendo assim, utilizando esse método foi possível detectar a falta de um estudo de arranjo físico e com isso tentar propor a implementação de uma metodologia afim de ajudar positivamente.

3.2 ESTUDO DE CASO – MARIA BEATRIZ LINGERIE

Estudo de caso é visto como um grupo de informações que revelam uma parte ou um processo social de uma organização como um todo, podendo ser uma pessoa, uma família, uma instituição ou uma comunidade (FIGUEIREDO; SOUZA, 2011).

Segundo Yin (2010), para ser classificado como estudo de caso é necessário conter três características: a natureza da experiência durante o fato a ser analisado, o conhecimento que se deseja atingir e a perspectiva de generalização de estudos a partir do método.

Estudo de caso é apropriado quando se deseja pesquisar o como e o porquê de um grupo de eventos, podendo ainda ser dividido em vários tipos de pesquisa, já que aborda cinco características gerais: ser significativo, saber completo, especular alternativas, mostrar fatos e ser redigido de forma clara (YIN, 2010).

Dessa forma, foi empregado o estudo de caso como ferramenta para examinar e analisar como o estudo de arranjo físico pode ajudar a melhorar a linha de produção na fábrica Maria Beatriz Lingerie.

3.3 INSTRUMENTO E TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

No que se refere à seleção do instrumento, a coleta de dados resultará dos propósitos que se deseja alcançar na pesquisa e da amostra a ser estudada (MATIAS-PEREIRA, 2012).

3.3.1 Elaboração do Instrumento de Pesquisa

Segundo o mecanismo usado, o atual estudo utilizou a observação direta intensiva não-participante, em que usa os sentidos para atingir determinadas questões da realidade, destacando que não se refere apenas em ver e ouvir, mas em analisar fatos ou acontecimentos que se pretende estudar (MARCONI; LAKATOS, 2003).

3.3.2 Aplicação do Instrumento de Coleta de Dados

O contato com a empresa foi realizado pela mediação de um familiar com o dono da fábrica em questão, em que já se conheciam a bastante tempo, permitindo assim, a prática do estágio supervisionado voluntário.

Foi requerida uma autorização a fábrica Maria Beatriz Lingerie, para que os dados necessários para o atual estudo fossem coletados, de acordo com Apêndice A.

3.4 MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Neste tópico será abordado o método de coleta, tabulação e tratamento dos dados que foram usados para averiguar os resultados.

3.4.1 Coleta dos Dados

A coleta de dados deriva dos objetivos que se deseja atingir com a pesquisa e do campo a ser examinado. Dessa forma, os modos de coleta de dados clássicos são os de observação e entrevista (MATIAS-PEREIRA, 2012).

O método de coleta de dados escolhido deve possibilitar uma conexão adequada entre você, o informante e a pesquisa que está sendo efetuada. Vale salientar que a coleta de dados está ligada ao problema, a hipótese e tem por finalidade atingir elementos para que os objetivos apresentados na pesquisa consigam ser atingidos (MATIAS-PEREIRA, 2012).

A pesquisa foi realizada na primeira quinzena de abril de 2018.

3.4.2 Tabulação dos Dados

Depois da observação da operação realizada na empresa, foi escolhido as informações mais relevantes para a pesquisa, a fim de que depois seja realizada a tabulação dos dados qualitativos.

Tabulação é a composição dos dados em tabelas, possibilitando um maior entendimento na hora de analisar as inter-relações entre eles. Dessa forma, foram compreendidos e interpretados mais rápido (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Diante disso, após coletar os dados necessários para a pesquisa, eles serão analisadas utilizando os cinco passos da Teoria das Restrições possibilitando uma fácil compreensão e interpretação.

3.4.3 Tratamento dos Dados

Segundo Marconi e Lakatos (2003), tabulação é a ligação dos elementos independentes, dependentes e interveniente a fim de aumentar os conhecimentos sobre o caso estudado.

A verificação dos dados deve ser feita para responder os objetivos da pesquisa e para analisar e comparar com o objetivo de aderir ou não as hipóteses da pesquisa (MATIAS-PEREIRA, 2012).

Para o presente estudo, os dados foram analisados e interpretados a partir da observação das atividades da empresa, onde foi feito uma interpretação do arranjo físico.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

O estudo foi realizado na empresa Maria Beatriz Lingerie, em abril de 2018, com o diretor da empresa e a chefe de produção, a partir da observação e da análise dos dados foi possível conhecer a empresa, com isto, analisar o processo produtivo e o *layout* da sua linha de produção.

4.1 OBJETO DE ESTUDO – MARIA BEATRIZ LINGERIE

A empresa Maria Beatriz Lingerie, fundada no ano de 2008 é do setor de confecção de moda íntima e localiza-se no estado do Ceará, no município de Caucaia, no bairro Tabapuá.

Os clientes estão divididos em sua maioria no nordeste e sudeste, por exemplo, Rio grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo.

4.1.1 Descrição do Processo Produtivo da Produção de Lingerie

O processo produtivo da empresa se inicia através de pedidos diretamente na fábrica, geralmente, clientes mais antigos e através de representantes comerciais. Conforme os produtos são vendidos, o sócio-diretor, verifica os itens faltantes e informa a chefe de produção. Vale salientar que a empresa não utiliza nenhum software ou planilha de controle para auxiliar no planejamento e controle da produção. O sócio-diretor, com base na verificação de itens faltantes, decide de forma tácita a quantidade de peças de determinado modelo que devem ser produzidas ou de acordo com as ordens de pedidos de clientes já efetuadas, não existe um lote de produção definido.

Após decidir a quantidade a ser produzida, o próximo passo é a seleção do molde e corte do tecido. Os tecidos são cortados em uma máquina e alocados em caixas, em seguida são separados por modelo, tamanho e cor e enviados para a célula produtiva de lingerie. Cabe a auxiliar de costureiras por distribuir para cada etapa os utensílios utilizados para a elaboração do modelo a ser produzido.

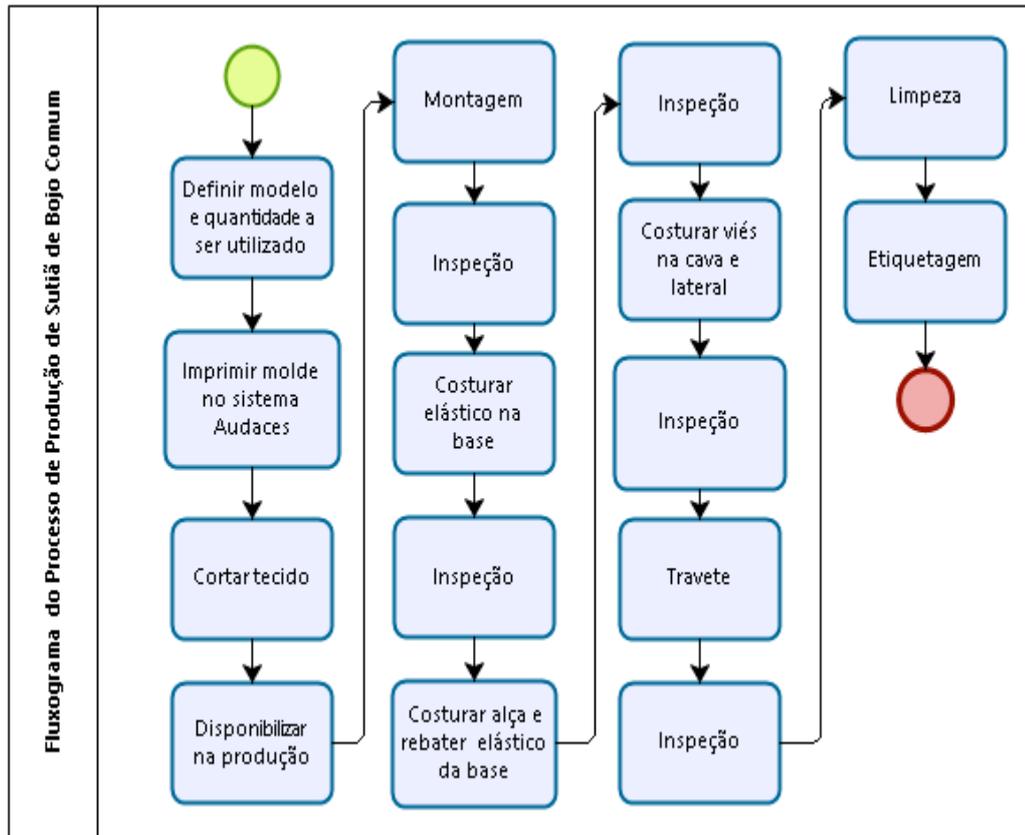
Tabela 1 - Etapa de Processo de Fabricação de Sutiã de Bojo Comum.

Etapa	Máquinas	Descrição
Montagem	Reta e overloque	O tecido é costurado no bojo, as etiquetas são colocadas e caso o modelo precise de lateral, elas também são costuradas.
Inspeção	Funcionária	Fazer inspeção da etapa realizada
Elástico na base	Elastiqueira ou galoneira	O elástico é costurado na parte inferior do sutiã
Inspeção	Funcionária	Fazer inspeção da etapa realizada
Rebate do elástico	Pespontadeira	O elástico colocado na base é rebatido e as alças são colocadas
Inspeção	Funcionária	Fazer inspeção da etapa realizada
Viés na cava e lateral	Galoneira	O viés é costurado na cava e na lateral do sutiã
Inspeção	Funcionária	Fazer inspeção da etapa realizada
Travete	Travete	O processo de travete baseia-se em pontos em forma de ziz-zag aplicados nos pontos vulneráveis das calcinhas e sutiãs, a fim de evitar que estes venham a descosturar
Inspeção	Funcionária	Fazer inspeção da etapa realizada
Limpeza	Funcionária	É retirado das peças fiapos de linha e pedaços de viés que tenham permanecido durante o processo
Etiquetagem	Funcionária	As peças são distribuídas sobre a mesa de acabamento e etiquetadas conforme o tamanho

Fonte: O Autor (2018).

A Figura 1 representa o fluxograma macro das etapas do processo produtivo do modelo de sutiã de bojo comum analisado.

Figura 1 – Fluxograma do Sutiã de bojo comum.



Fonte: O Autor (2018).

O processo de fabricação de sutiã de bojo com renda é semelhante ao de bojo comum, aumenta-se apenas uma atividade, após a etapa de montagem coloca-se a renda no bojo e então segue o mesmo fluxo que o sutiã de bojo comum.

Após a limpeza e etiquetagem os produtos são enviados para o estoque de produtos acabados para se montar as ordens de pedidos de cada cliente, em seguida enviado para o setor de expedição e por fim enviado ao cliente.

A Tabela 2 mostra os tempos padrões das atividades de cada máquina utilizada no processo de fabricação de sutiã de bojo comum.

Tabela 2 – Tempo padrão das atividades de fabricação do sutiã de bojo comum.

Produto: sutiã de bojo comum		
Etapa do processo	Máquina	Tempo Padrão por Máquina (s)
Montagem	Reta	108
Inspeção	Funcionária	30
Elástico na base	Elastiqueira	24
Inspeção	Funcionária	30
Rebater elástico da base	Pespontadeira	60
Inspeção	Funcionária	30
Viés na cava e lateral	Galoneira	110
Inspeção	Funcionária	30
Travete	Travete	54
Inspeção	Funcionária	30
Limpeza	Funcionária	23
Etiquetagem	Funcionária	3

Fonte: O Autor (2018)

Na Tabela 3 observa-se os tempos padrões das atividades de cada máquina utilizada na fabricação do sutiã de bojo com renda.

Tabela 3 – Tempo Padrão das atividades de fabricação do sutiã de bojo com renda.

Produto: sutiã de bojo com renda		
Etapa do processo	Máquina	Tempo Padrão por Máquina (s)
Montagem	Reta	108
Inspeção	Funcionária	30
Colocar renda no bojo	Overloque	15
Inspeção	Funcionária	30
Elástico na base	Elastiqueira	24
Inspeção	Funcionária	30
Rebater elástico da base	Pespontadeira	60
Inspeção	Funcionária	30
Viés na cava e lateral	Galoneira	110
Inspeção	Funcionária	30
Travete	Travete	54
Inspeção	Funcionária	30
Limpeza	Funcionária	23
Etiquetagem	Funcionária	3

Fonte: O Autor (2018).

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para identificarmos se o processo atende à demanda semanal de 800 unidades de sutiã de bojo comum e 500 unidades de sutiã de bojo com renda, foram utilizados os 5 passos da TOC em busca de descobrir se há alguma restrição no sistema.

4.2.1 Identificar a Restrição do Sistema

Foi realizado estudo de cada um dos processos de produção dos produtos e verificado se ambos atendem a demanda semanal de 800 unidades do sutiã de bojo comum e 500 unidades do sutiã de bojo com renda.

A Tabela 4 a seguir, mostra os tempos de utilização de cada processo para atender a demanda semanal dos produtos.

Tabela 4 – Tempo de utilização dos processos de fabricação

Sutiã de bojo comum	Sutiã de bojo com renda	Total
Montagem: 800 unds x 108 segs = 86.400 segs	Montagem: 500 unds x 108 segs = 54.000 segs	Montagem: 140.400 segundos
Inspeção: 800 unds x 150 segs = 120.000 segs	Inspeção: 500 unds x 180 segs = 90.000 segs	Inspeção: 210.000 segundos
Costurar Elástico: 800 unds x 24 segs = 19.200 segs	Costurar Elástico: 500 unds x 24 segs = 12.000 segs	Costurar Elástico: 31.200 segundos
Costurar Alça: 800 unds x 60 segs = 48.000 segs	Costurar Alça: 500 unds x 60 segs = 30.000 segs	Costurar alça: 78.000 segundos
Costurar viés: 800 unds x 110 segs = 88.000 segs	Costurar viés: 500 unds x 110 segs = 55.000 segs	Costurar Viés: 143.000 segundos
Travete: 800 unds x 54 segs = 43.200 segs	Travete: 500 unds x 54 segs = 27.000 segs	Travete: 70.200 segundos
Limpeza: 800 unds x 23 segs = 18.400 segs	Limpeza: 500 unds x 23 segs = 11.500 segs	Limpeza: 29.900 segundos
Etiquetagem: 800 unds x 3 segs = 2.400 segs	Etiquetagem: 500 unds x 3 segs = 1.500 segs	Etiquetagem: 3.900 segundos

Fonte: O Autor (2018).

Analisando os dados da tabela 4, percebe-se que a empresa não consegue produzir de forma a atender a demanda semanal existente devido ao processo de inspeção (restrição do sistema). A empresa trabalha 8 horas por dia, 5 dias por semana, de forma que a capacidade semanal máxima de cada posto de trabalho ou

processo é de 144.000 segundos. O processo de inspeção é o único que supera esta capacidade que para atender a demanda semanal, precisaria de 210.000 segundos, valor este muito acima da capacidade semanal atual. Os demais processos, atendem à demanda semanal e portanto não são restrições (gargalos) do sistema.

Atualmente, a empresa não está atendendo a demanda e está priorizando a produção do sutiã de bojo comum. De acordo com a tabela 5 a seguir, para maximizar o lucro, empresa deve priorizar a produção do sutiã de bojo com renda.

Tabela 5 – Análise do Lucro da empresa por Produto

	Sutiã de bojo comum	Sutiã de bojo com renda
Demanda (unidades)	800	500
Preço de Venda (R\$)	100	120
Custo Variável Unitário (R\$)	26	19
Margem de Contribuição por Fator Limitante (R\$)	0,49	0,56
Lucro (R\$)	72.160,00	84.540,00

Fonte: O Autor (2018).

De acordo com a tabela 5, a empresa deve priorizar a produção do sutiã de bojo com renda, pois o mesmo possui margem de contribuição por fator limitante de R\$ 0,56, sendo maior que a do sutiã de bojo comum que é de R\$ 0,49.

Priorizando a produção do sutiã de bojo comum, a empresa consegue obter lucro de R\$ 72.160,00 com a produção de 800 unidades do produto A e 160 unidades de B. Priorizando a produção do sutiã de bojo com renda, a empresa conseguiria lucro de R\$ 84.540,00, aumentando o seu lucro em R\$ 12.380,00.

4.2.2 Explorar a Restrição do Sistema

Analisando o fluxograma da figura 1, observar-se que para a produção dos produtos, a empresa realiza inspeção no final de quase todos os processos. De forma a explorar a restrição do sistema, é de suma importância que durante o processo de inspeção não haja atrasos ou ociosidades, pois de acordo com a TOC,

uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida em todo o sistema. Desta forma, a empresa deve investir em treinamentos e análise de tempo (cronoanálise) de forma a evitar desperdícios neste processo.

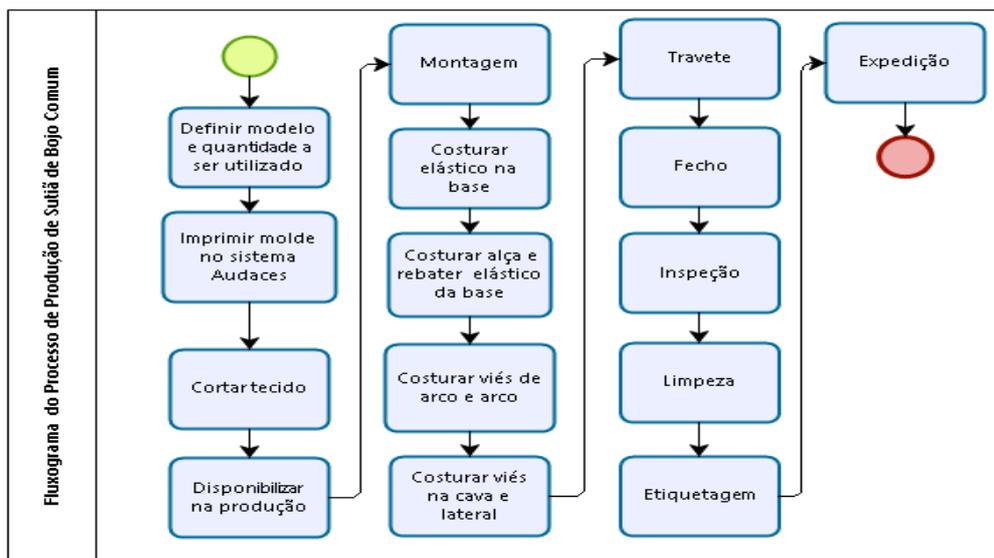
4.2.3 Subordinar Tudo a Restrição do Sistema

De acordo com a TOC, os recursos que não são restrições só devem produzir de acordo com a demanda, não mais do que isso, pois são os recursos gargalos que determinam o tempo do processo. Neste estudo de caso, os recursos não gargalos estão produzindo as quantidades de produtos exatamente igual às demandas existentes.

4.2.4 Elevar a Restrição do Sistema

Analisando o fluxograma da produção dos produtos na empresa, foi identificado que existe excesso de inspeções no processo. Foi realizada proposta de redesenho no processo, realizando mudança no *layout* de forma que seja realizada apenas 1 inspeção no final do processo. Para isso, é necessário que cada processo seja feito com a devida qualidade para que não existam retrabalhos. A Figura 2 mostra o fluxograma sugerido para o sutiã de bojo comum.

Figura 2 – Fluxograma Sugerido Sutiã de Bojo comum.



Fonte: O Autor (2018).

No caso do sutiã de bojo com renda o fluxograma sugerido é semelhante, aumenta-se apenas uma atividade, após a montagem coloca-se a renda no bojo e então segue o mesmo fluxograma sugerido do sutiã de bojo comum.

Caso a empresa realize esta mudança no *layout*, adequando o processo para realização de inspeção no final do processo, o tempo do processo de inspeção reduziria para apenas 30 segundos. Dessa forma, o processo de inspeção teria um tempo total de 39.000 segundos para atender toda a demanda do produto A (800 unidades) e toda a demanda do produto B (500 unidades), deixando de ser o processo gargalo do sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um ambiente cada vez mais competitivo e globalizado, torna-se indispensável para as indústrias terem a gestão da produção alinhada à estratégia da empresa. Aplicando-se os cinco passos da TOC, foi verificado que a restrição do sistema era o processo de inspeção e foi realizada a proposta de elevar a restrição, eliminando passos desnecessários no processo produtivo. Foi sugerida a modificação no *layout* atual da empresa, eliminando inspeções no final de cada processo e inserindo apenas 1 inspeção no final do processo. No caso da empresa onde este estudo de caso foi realizado, a Teoria das Restrições é de grande importância para a melhoria dos resultados e melhoria contínua dos processos, aumentando o lucro da empresa e auxiliando na tomada de decisões, realizando o Planejamento e controle da produção (PCP) de acordo com a metodologia TPC.

Este artigo teve como limitação o estudo do processo de produção de sutiãs com bojo comum e sutiãs com bojo de renda. Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se realizar o estudo da TOC com os demais produtos fabricados pela empresa, identificar novas restrições, elevar estas restrições e calcular novos lucros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **Panorama no setor têxtil e de confeções**. Brasília: ABIT, 2011. Disponível em: <http://abit.org.br/abitonline/2011/06_07/apresentacao.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BARCELOS, D. D.; ATAÍDE, S. G. Análise do risco ruído em indústria de confecção de roupa. **Revista CEFAC**, São Paulo (SP), v. 16, n. 1, p. 39-49, mar. 2014.

BIERMANN, Maria Julieta Espindola. **Gestão do processo produtivo – têxtil e confeções**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007. Disponível em: <[http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4D9700482839/\\$File/NT00037982.pdf](http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4D9700482839/$File/NT00037982.pdf)>. Acesso em 28 nov. 2017.

CAMAROTTO, João Alberto. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos - Ufscar. Apostila de curso de Especialização em Gestão da Produção, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

COSTA, A. J. de. **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

COX III, James F., SPENCER, Michael S., trad. Fernanda Kohmann Dietrich. **Manual da teoria das restrições**. Rio Grande do Sul: Bookmann, reimp. 2008.

FIGUEIREDO, Antônio Macena de; SOUZA, Soraia Riva de. **Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final**. 4. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M., COX, Jeff.. **A Meta um processo de melhoria contínua**. 2. edição. São Paulo: Nobel, 2002.

GURGEL, Floriano do A. **Glossário de engenharia de produção**. 17. ed. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2007.

LAS CASAS, A. L. **Marketing de varejo**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

LEAL, Leonardo Rosas. **Simulação de eventos discretos aplicada ao gerenciamento de prazo em projetos**: um estudo de caso de projeto logístico na indústria de Óleo & Gás. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**: da revolução urbana à revolução digital. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PARAGON. Software de Simulação Arena. Disponível em: <www.paragon.com.br>. Acesso em: 16 mar. 2018.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e serviços. Curitiba: UnicentP, 2007.

SILVA, C. T. **Simulação de Processos Industriais como Ferramenta de Apoio a Gestão de Estaleiros**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUCCI, A. de M. **Estudo demelhoria das condições de trabalho e *layout* na indústria de artefato de vidros.** 2006. 181p. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006).

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICES

Apêndice A – Carta de Autorização de Participação da Empresa Maria Beatriz Lingerie no Estudo de Caso

Autorização de Participação da Empresa no Estudo de Caso

Fortaleza, 28 de abril de 2018.

Eu, JOÃO LUIZ ALVES NETO, aluno do Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7), sob orientação do Prof. Alan Bessa Gomes Peixoto, solicito permissão para obter voluntariamente de sua empresa informações que serão utilizadas, após tratamento, na forma de estudo de caso a ser inserido na pesquisa em andamento sobre "Aplicação da Teoria das Restrições em uma Linha de Produção na Fábrica Maria Beatriz Lingerie".

No aguardo do aceite, agradecemos a atenção dispensada.

João Luiz Alves Neto
Aluno-Pesquisador

Prof. Alan Bessa Gomes Peixoto
Orientador da Pesquisa

José Antônio Nascimento Barros Filho
Diretor – Maria Beatriz Lingerie