

Aplicação da Teoria das Restrições em uma indústria calçadista de Franca/SP: Um Estudo de Caso

Paulo Eduardo Macedo Bernardino, Paulo Renato Pakes, Brenna Bezerra Silva, Vivian Karina Bianchini, Carlos do Amaral Razzino

Resumo: No contexto atual com o aumento da tecnologia e competição mercadológica, as empresas precisam ser reorganizar para atender as exigências dos clientes. Um conceito eficiente que têm sido adotados em empresas para aumento da competitividade e balanceamento dos lucros e da produção é a Teoria das Restrições (TOC), que foi desenvolvida por um físico e tem como premissa básica a maximização dos lucros através da identificação e exploração dos recursos restrição (gargalos). A indústria calçadista, no atual cenário nacional, contribui com parcela significativa das atividades manufatureiras e distingue-se por crescente pauta nos ambientes de exportação. O presente trabalho tem como objetivo investigar como a aplicação da Teoria das Restrições pode ser utilizada para aumentar os lucros e a produtividade da organização. Para isto, foram realizadas visitas e entrevistas na empresa estudada. Dentre os principais resultados encontrados destacam-se a eliminação de movimentações entre setores que ocasionavam em perda de tempo produtivo no recurso restrição, melhorias nos processos de planejamento e controle de produção que realizados pela empresa e análise da quantidade de horas extras pagas para o setor *versus* a contratação de um novo funcionário.

Palavras chave: Teoria das Restrições, Estudo de Caso, Indústria Calçadista.

Application of the theory of constraints in a footwear industry in Franca/SP: A Case Study

Abstract: In the current context with increasing technology and market competition, how companies need to be reorganized to serve as customers. An efficient concept that has been adopted in companies to increase and balance profits and output is a Constraint Theory (TOC), which was developed by a physicist and has as its basic premise the maximization of profits through the identification and exploitation of constraint resources. (bottlenecks). The footwear industry, in the current national scenario, contributes a significant portion of the manufactured activities and is distinguished by a growing agenda in export environments. This paper aims to investigate how a Constraint Theory application can be used to increase profits and the organization of the organization. For this, visits and interviews were conducted in the company studied. Among the main results found, there are changes in movement between sectors that cause waste of time in the resource, improvements in the production planning and control processes performed by the company and the analysis of the amount of overtime paid by the sector versus hiring a new employee.

Key-words: Constraint Theory, Case Study, Footwear Industry.

1. Introdução

No atual contexto econômico, com a concorrência acirrada, o aumento das exigências dos clientes, o aumento desenfreado de novas tecnologias e o encurtamento das cadeias de suprimentos, torna-se fundamental para as empresas encontrar novas maneiras de

reorganizar a produção (seja ela de bens ou serviços), com o intuito de implantar novas tecnologias de processo e obter progresso na estratégia da empresa.

As atividades de planejamento e controle de produção (PCP) envolvem uma série de atividades com decisões em diferentes horizontes de planejamento (curto, médio e longo prazo), que tem por objetivo definir o que, quanto e quando produzir ou comprar, além do que onde/quem produzir. As atividades são influenciadas por fatores relacionados ao produto, como: grau de variedade do produto, complexidade da lista técnica do produto e ciclo de vida do produto. Fatores relacionados ao processo: *mix* de produtos, *layout* das instalações, tempo de *setup*, níveis de estoque, entre outros. Fatores relacionados a ambientes externos: tipo de demanda, objetivos estratégicos priorizados pelos clientes, característica e grau de previsibilidade da demanda, estrutura e características do mercado (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC) foi desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu Goldratt, e tem como premissa aumentar lucro através da identificação e exploração das restrições do sistema (Recursos Restrição da Capacidade – RRC). A aplicação da TOC é obtida através da implantação de princípios que estão relacionados às atividades do PCP, desta forma é correto afirmar que a TOC pode ser denominada como uma estratégia para o planejamento e controle da produção, onde a mesma é composta por dez princípios, que possuem premissa básica de que o *output* do sistema é definido através de suas restrições (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Os polos calçadistas brasileiros são reconhecidas por possuírem expertise na fabricação calçados. Atualmente, Franca, Jaú e Birigui representam juntos 92% da produção de calçados do estado de São Paulo, onde a de Franca é considerada como referência na produção de calçados masculinos (DANIEL ATACADO, 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo evidenciar como a aplicação da Teoria das Restrições em uma indústria calçadista pode maximizar os lucros e a produtividade.

2.Referencial Teórico

2.1 Planejamento e Controle da Produção

Novas tecnologias, novos produtos e processos, sistemas e técnicas permitem diferentes iniciativas estratégicas para as empresas industriais. A competição global na qual as empresas estão envolvidas, trás às companhias a exigência de novas estratégias, as quais frequentemente requerem mudanças na manufatura, nos processo, nos sistemas de planejamento e controle da produção (PCP) e em suas respectivas atividades (LAGE JUNIOR, 2007).

Na literatura existem diversas definições sobre o planejamento e controle da produção e as atividades envolvidas em seu processo. De acordo com Tubino (2007) as atividades do planejamento e controle de produção (PCP) consistem no processo de gerenciamento e controle das atividades de produção e recursos operacionais de uma empresa, envolvendo não somente níveis operacionais, como também níveis estratégicos e táticos. As atividades do PCP estão também envolvidas em determinação de quantidades de compra, produção e entrega; roteiros de produção e determinação de alocação e localização de produção (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

De acordo com Corrêa e Giansesi (1997), o PCP possui fases hierarquizadas no processo decisório. Começando pela definição de um objetivo, seguido pelo esboço de um plano em unidades maiores, e em então numa sucessão níveis de planejamento, entra-se gradualmente em mais detalhes.

Na literatura existem definições distintas para as atividades que estão envolvidas no planejamento da produção (PP) e no controle da produção (CP). O planejamento da produção é a função administrativa que tem objetivo de determinar antecipadamente quais são os objetivos e o que deverá ser feitos para atingi-los de melhor maneira possível, a atividade de planejamento está voltada ao futuro e continuidade da empresa. Por outro lado, o controle da produção é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para garantir que os planos sejam executados de melhor maneira possível (CHIAVENATO, 2005).

2.2 Teoria da Restrições

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*) foi desenvolvida pelo físico israelense Dr. Eliyahu Golfratt no livro *A Meta* em 1984 com o desenvolvimento do OPT (*Optimized Production Technology*). O físico desenvolveu a TOC enquanto tentava auxiliar nos problemas da logística da produção da empresa de um amigo. Embora não dominasse muito a respeito de administração, ele se utilizou de métodos de solução de problemas aprendidos na física com o objetivo de solucionar problemas de uma linha de produção. Dessa forma, ele conseguiu perceber que a maior deficiência se encontrava na logística de produção e elaborou um método de administração da produção totalmente novo (CORBETT, 1997).

A abordagem *Optimized Production Tecnology* (OPT) é composta por um sistema informatizado, este sistema advoga que o objetivo básico das organizações visa “ganhar dinheiro”. O sistema considera também que a manufatura deve contribuir com esse objetivo básico através da atuação sobre três elementos: aumentando o ganho que advém de materiais, que passam através da fábrica e são vendidos ,reduzindo os estoques e reduzindo as chamadas despesas operacionais (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Goldratt (2006) define cinco passos aplicação da TOC. Tal processo de otimização contínua consiste no enfoque de cinco etapas, trata-se de uma melhoria contínua das empresas utilizando análises do processo produtivo, com o objetivo de explorar as restrições obtendo maior lucratividade (SPENCER; COX III, 1995). A figura 1 evidencia as etapas envolvidas no processo:

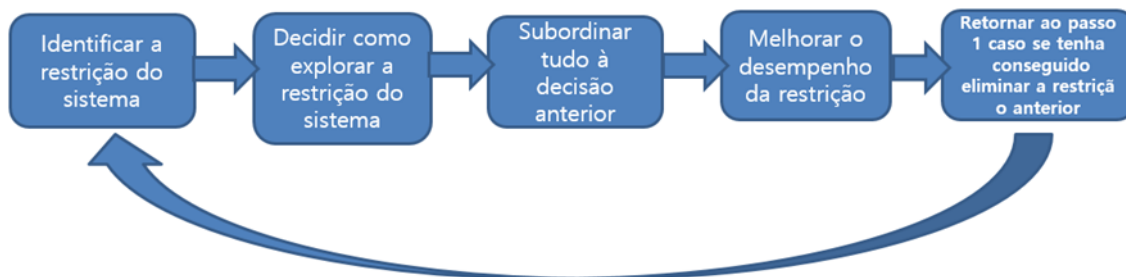


Figura 1 - Passos Teoria das Restrições

Fonte: Adaptado de Goldratt(2006)

3. Método de Pesquisa

A abordagem de pesquisa é a conduta que orienta o processo de pesquisa, sendo uma forma de aproximar ou focalizar o fenômeno que se pretende estudar (MARCONI; LAKATOS, 2003). De acordo com Martins (2018) existem duas abordagens de pesquisa a saber: quantitativa e qualitativa. No presente capítulo serão apresentados os tipos de abordagens e métodos de pesquisa e a escolha do presente trabalho devidamente justificada.

Conforme Martins (2012, p.37):

O ato de mensurar variáveis de pesquisa é a característica mais marcante da abordagem quantitativa. Tal fato, por vezes, é a única forma de justificar a adoção da abordagem. Na pesquisa quantitativa tudo começa a partir de um problema, em seguida a partir da teoria são deduzidas hipóteses que são soluções provisórias para o problema de pesquisa. A teoria neste caso pode ser um conjectura, um programa de pesquisa ou aquilo que está estabelecido pela ciência normal. As hipóteses serão testadas e, para tanto, é preciso operacionalizar os conceitos contidos nelas em variáveis mensuráveis. Então, os dados serão coletados e posteriormente analisados, geralmente, com o uso da estatística. A interpretação dos resultados fornecerá uma base para a indução dos resultados, que se somará à base teórica existente, corroborando-a ou modificando-a.

De acordo com Bryman (2012) a abordagem qualitativa tem como característica distintiva a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado, com uma não tão estruturada e com várias fontes de informação. Miguel (2012) destaca que na pesquisa em engenharia de produção, a abordagem qualitativa significa o pesquisador visitar a organização/elemento estudado, fazendo observações e coletando evidências. A realidade dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa.

Do exposto, o presente trabalho utilizará a abordagem qualitativa onde o pesquisador busca entender e evidenciar a perspectiva do indivíduo e o contexto estudado.

De acordo com Berto e Nakano (2000), os principais métodos de pesquisa utilizados na Engenharia de Produção, são: teórico conceitual, estudo de caso, levantamento tipo *survey*, modelagem e simulação, pesquisa-ação, revisão da literatura e pesquisas experimentais. De acordo com Martins (2012), os métodos mais utilizados para conduzir a pesquisa qualitativa na área de Engenharia de Produção são a pesquisa-ação e o estudo de caso.

A pesquisa-ação se caracteriza por uma produção de conhecimento com uma modificação intencional de uma dada realidade (Mello *et al.* 2012). O estudo de caso é um estudo de caráter empírico que investiga um fenômeno atual no contexto da vida real, geralmente considerando que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere não são claramente definidas (YIN, 2001).

O método de pesquisa utilizado no presente trabalho foi o estudo de caso, onde foram coletadas informações sobre a aplicação da Teoria das Restrições em uma indústria do setor calçadista. Durante o processo de coleta de informações os pesquisadores envolvidos participaram de análise do processo produtivo, a fim de comprovar a existência do problema de pesquisa relatado pelos donos da empresa, participaram de coleta de dados (tempos de produção e planilhas) e realizaram entrevistas junto aos envolvidos no problema estudado.

4. Estudo de Caso

4.1 Caracterização da Empresa

O estudo foi realizado em uma indústria calçadista localizada em Franca-SP, cidade considerada uma dos *clusters* calçadistas do estado de São Paulo. A empresa foi fundada em 2008 e opera atualmente com 250 funcionários. A produção é focada em calçados masculinos em couro, possuindo inúmeros modelos e variações possíveis dentro de um mesmo modelo. A empresa trabalha com a produção de sua marca própria e também com a produção de marcas de outras empresas, atuando no varejo do mercado nacional e internacional e também no e-commerce com sua marca.

Os sistemas de produção da empresa são controlados sob o regime *Make to Order* (MTO), onde somente os pedidos em carteira são produzidos. Os pedidos são alocados em uma programação semanal onde os mesmos são agrupados até a quantidade de produção necessária semanal, para que posteriormente as quantidades semanais sejam divididas nos planos diários de produção. Desta forma, a empresa trabalha com produção MTO, mas acumula os pedidos e empurra a produção.

O planejamento é feito com base em duas famílias de produtos: o mocassim e os sapatos. Dentro dessas famílias existem variações, uma vez que na família do mocassim existem variações e construções diferentes nos modelos e na família de sapato são fabricados sapatos e botas. O mesmo pode ser visto na figura 2.



Figura 2 - Famílias de produtos
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O layout do processo produtivo da empresa está organizado em processos, uma vez que a maioria dos modelos necessita dos mesmos equipamentos para processamento. No entanto o setor de montagem da empresa é separado de acordo com a família de produto, existe uma montagem para mocassim e uma pra sapato. A empresa produz atualmente mil pares de itens por dia, sendo 600 pares de mocassim e 400 pares de sapato. O principal enfoque da empresa é a família de produtos do mocassim, diante de tal fator e também devido às informações coletados durante o presente estudo, esta se tornou o foco da pesquisa. O roteiro de produção da família de produtos do mocassim pode ser observado na Figura 3:

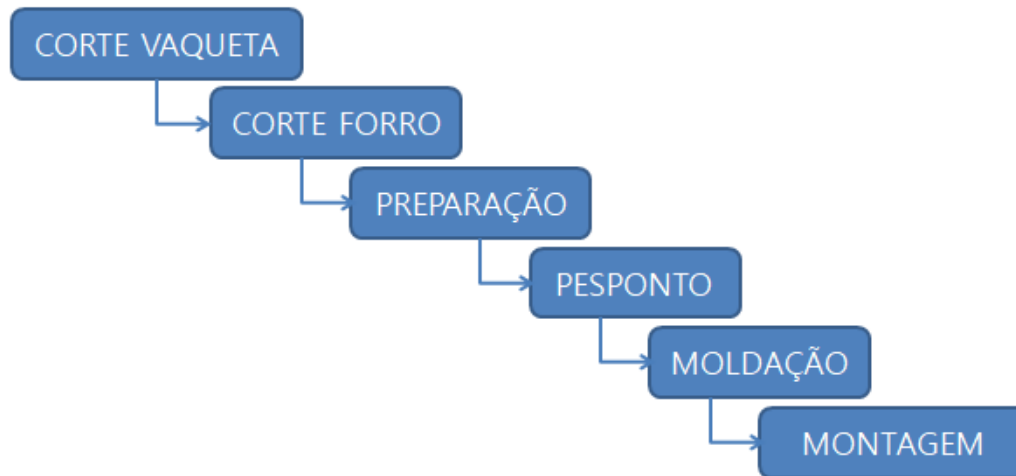


Figura 3 - Roteiro de Produção do mocassim

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

4.2 Aplicação da Teoria das Restrições

4.2.1 Identificando e Decidindo como explorar a Restrição do Sistema

Após uma visita inicial na empresa e entrevistas realizadas com gerentes, foram constatados problemas constantes com atraso no setor de montagem. Deste forma tornou-se necessário analisar se o setor de montagem era a restrição do sistema ou se o setor sofria com problemas de abastecimento. A montagem do mocassim opera por oito horas diárias, com três operadores. O tempo de processamento de um par no setor foi cronometrado em 120 segundos. A partir de dados obtidos através do ERP (*Enterprise Resources Planning*) utilizado pela empresa, foram elaborados cálculos sobre a utilização média dos setores em período mensal. Tais dados podem ser observados na Figura 4.

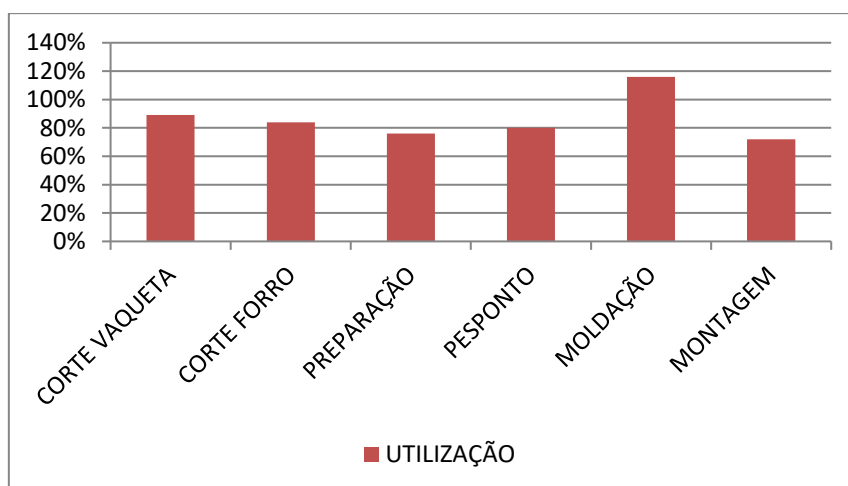


Figura 4 - Utilização setor mocassim

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O setor de moldação pode ser considerado pela análise como a restrição do sistema, devido sua alta utilização (quase 120%).

Além disso, foram identificados outros problemas no processo produtivo que serão descritos no decorrer da sessão.

Não eram feitas realimentações no sistema, era sempre planejado a mesma quantidade (600

pares de mocassim e 400 pares de sapato), independente dos atrasos já existentes no fluxo de produção.

Não eram feitos estudos sobre capacidade, o planejamento era feito considerando uma capacidade única do sistema, que por sua vez era baseada como sendo a capacidade da montagem, ou seja, todos os processos eram submetidos à montagem.

A família de produtos do mocassim possuem dois tipos de linhas de produtos (evidenciados na Figura 2): o drive que possui um solado que é montado por dentro do calçado e o deck que possui um solado montado por fora como os modelos de sapatos e botas. Apesar de considerados da mesma família de produtos as linhas drive e deck eram montadas em esteiras separadas no setor de montagem, uma vez que a linha deck por possuir a montagem de solado igual ao de sapatos era montada na esteira de sapatos. E além deste fator, foi identificado que todos os dias eram planejados 200 pares de deck e que os mesmos eram considerados como parte da família de sapatos, por serem montados na esteira da mesma. Tal informação evidenciou que existia um desbalanceamento entre o setor de planejamento e a produção realizada pela empresa, uma vez que a montante planejada também passava pelo setor de moldação.

O setor de moldação costumava fazer horas extras em dois dias da semana, para buscar fazer um *buffer*, no entanto a quantidade produzida no dia anterior não era capaz de suprir a montagem durante um período satisfatório.

Apesar de se tratar de um setor sobrecarregado, os funcionários da moldação quem realizavam o transporte dos planos de produção do setor anterior para seu setor, esta movimentação acontecia quatro vezes por dia.

4.2.2 Elevando e subordinando tudo a restrição do sistema

Após a identificação da restrição do sistema, foram realizadas junto aos envolvidos no estudo as implementações necessárias para solução do problema inicial. Como proposta inicial foram elaboradas mudanças a fim de aumentar a capacidade do setor estudado, de forma que o mesmo fosse capaz de produzir uma quantidade maior de itens.

A capacidade do setor foi estimada em 240 pares por operador, considerando uma utilização do setor em 80% com operadores trabalhando 8 horas/dia. Como o setor possuía três operadores a capacidade total do setor pode ser considerada como 720 pares. A produção da família de produtos do mocassim passou a ser realizada sendo baseada no setor que foi considerado como restrição do sistema.

Além disso, foram analisados também as movimentações que eram realizadas pelo operados até o setor de pesponto, com o intuito de identificar quanto tempo era perdido por dia com essas movimentações. O tempo foi estimado em 20 minutos/ 1200 segundos por dia. Com isso, foi possível identificar que as movimentações resultavam em uma perda de produção, os dados relacionados a este fator podem ser analisados na Figura 5:

Produção Diária	Produção Mensal	Perda Diária	Perda Mensal	Porcentagem Perca
720	14400	10	200	1,4%

Figura 5 - Dados sobre movimentações diárias

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Foram realizadas análises relativas ao custo gerado com horas extras pelo setor, uma vez que os três operadores faziam 6 horas extras semanais, com intuito de tentar diminuir o atraso do setor. Cada hora extra custa a empresa R\$ 17,32 e como o setor possui três operadores, o gasto custava a empresa R\$ 311,76 semanais e R\$ 1247,04 mensais, quantia que representa 90% do salário pago aos operadores no período mensal.

Após estas identificações foram realizadas na empresa as seguintes mudanças:

- Eliminação da movimentação dos operadores do setor de moldação até o setor anterior, uma vez que o setor se encontrava com alta utilização, qualquer tempo perdido com outras atividades prejudicam o sistema.
- O setor de planejamento passou a realizar realimentações no sistema e planejar somente quantidades que a linha produtiva capaz de produzir;
- Foi realizada a contratação de um quarto operador, uma vez que o valor que estava sendo gasto com horas extras equivalia quase a totalidade do salário deste quarto operador.
- A linha deck que era considerada como parte da família de sapatos, passou a ser considerada nos planos de mocassim, uma vez que a mesma também necessitava de processamento no setor.

4.3 Retornar a etapa 1 caso a restrição seja eliminada

Goldratt (2016) destaca em seus trabalhos que a restrição de um sistema pode mudar, uma vez que a mesma pode ser eliminada, mas tornar-se restrição outro recurso do processo produtivo. A inércia não deve tomar conta de uma organização, uma vez que essa é constantemente modificada. Assim sendo, com a devida elevação da capacidade da restrição, outras operações podem se tornar a nova restrição do sistema. Para se obter um novo real ganho é necessário voltar ao início da metodologia, ou seja, decidir como explorar a nova restrição, subordinar tudo à nova restrição e decidir como elevar esse gargalo.

5. Conclusão

O trabalho proposto objetivou aplicar a teoria das restrições em uma indústria calçadista, com o objetivo de maximizar a produção e propor alternativas para que esta situação fosse atingida. O estudo de fato cumpriu seu objetivo, uma vez que a metodologia foi aplicada e sugestões foram pontuadas para a empresa. Dentre as principais alterações/sugestões destacam-se: a eliminação de movimentações entre setores que ocasionam em perda de tempo produtivo no recurso restrição, melhorias nos processos de planejamento e controle de produção que são realizados pela empresa e análise da quantidade de horas extras pagas para o setor *versus* a contratação de um novo funcionário.

No entanto, é importante destacar que não existiram limitações na pesquisa, principalmente

por parte da empresa estudada. Na fase de coleta de dados, tornou-se evidente o receio por parte de alguns envolvidos no projeto em relação a possíveis mudanças que ocorriam após a realização do estudo, fator que envolve no projeto uma restrição comportamental. Durante esta fase, conhecimento e conceitos sobre a TOC foram transmitidos aos envolvidos, uma vez que os mesmos não possuíam conhecimento sobre a metodologia.

Desta forma, conclui-se que o trabalho atingiu seu objetivo proposto, indicando de quais maneiras a aplicação da teoria das restrições pode maximizar a produção no âmbito do estudo. Para trabalhos futuros sugere-se a aplicação da metodologia em outros ambientes, sejam indústrias ou empresas de serviço. E também a demonstração quais seriam os impactos em casos onde a metodologia seja de fato implantada.

6.Referências

ATACADO, D. Saiba quais são os principais polos calçadistas do Brasil. **Blog Daniel Atacado**. Disponível em < <http://blog.danielatacado.com.br/polos-calcadistas/>>. Acesso em 15 de agosto de 2019

BRYMAN, A. *Research methods and organization studies*. Londres: Unwin Hyman, 2012.

CHIAVENATO, I. **Administração da Produção: uma abordagem introdutória**. 5ªEd. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORBETT, N. T. **Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições**. São Paulo: Nobel, 1997.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. Sistemas de Planejamento e Controle da Produção. In: CONTADOR, J.C. **Gestão de Operações**. São Paulo, Edgar Blucher Ltda:2007, 287-308.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2005.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Editora Atlas S/A., 2010.

LAGE JUNIOR, M. **Evolução e avaliação da utilização do sistema kanban e de suas adaptações :survey e estudos de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. No Title. In: **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo:

MARTINS, R. A. Princípios da Pesquisa Científica. In: CAUCHICK-MIGUEL, P. A. (coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MARTINS, R. A. Princípios da Pesquisa Científica. In: CAUCHICK-MIGUEL, P. A. (coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Cap. 1, p. 07-31.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. *Produção*, v. 22, p.1-13, 2012.



IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2019

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001