

IMPLEMENTAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DE MÃO DE OBRA EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS

SANTOS, Diego Michael C.^{1*}; SANTOS, Bruna Karine²; SANTOS, Carlos Marcelo T.¹;
KACH, Sirnei César³

¹ FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

² UFSM, Mestrado em Mecanização Agrícola, UFSM, Avenida Roraima, 1000, Santa Maria, RS, Brasil.

³ FAHOR, Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Horizontina, Horizontina-RS, Brasil.

*Autor Correspondente: ds001887@fahor.com.br.

RESUMO

Na busca por aumentar os lucros e expandir mercado sem gerar novos gastos, as organizações recorrem a implementação das ferramentas da manufatura enxuta, com a finalidade de melhorar os níveis de produtividade e eficiência operacional. Este artigo tem como principal objetivo dimensionar a mão de obra necessária para atender a linha de montagem de uma indústria de máquinas agrícolas. Como objetivo específico, nivelar as atividades entre os operadores, através da elaboração do gráfico de balanceamento do operador. Para que fosse possível atingir os objetivos deste trabalho, realizou-se pesquisa bibliográfica em livros e artigos científicos a respeito de ferramentas de gestão da produção, mais especificamente a respeito da manufatura enxuta. Como o trabalho foi baseado na coleta de dados por determinado período de tempo, essa pesquisa caracteriza-se por ser uma pesquisa quantitativa, a qual será realizada em cinco etapas, onde primeiramente, as atividades seriam identificadas e cronometradas. Na segunda etapa foi realizado o cálculo do *Takt Time*, e na sequência, calculou-se o tempo médio de cada atividade baseado nos dados coletados na primeira fase. Na quarta etapa, foi possível calcular a mão de obra necessária para atender a linha de montagem. Por último, realizou-se o gráfico de balanceamento do operador, a fim de distribuir as atividades de forma igual entre os colaboradores.

Palavras chave: Manufatura Enxuta, Gráfico de Balanceamento de Operador, *Takt Time*.

Implementation of labor sizing in a service company

ABSTRACT

In the quest to increase profits and expand market without generating new expenses, organizations resort to implementing lean manufacturing tools to improve productivity and operational efficiency. This article has as main objective to dimension the manpower necessary for an assembly line of an agricultural machinery industry. The specific objective is

to level the activities among the operators, by drawing up a balancing chart of the operator. In order to achieve the objectives of this paper, bibliographical research was carried out in books and scientific articles on production management tools, more specifically on lean manufacturing. As the work was based on data collect for a certain period of time, this research is characterized as a quantitative research, which has been carried out in five stages, where first, the activities were identified and timed. In the second stage, the calculation of *Takt Time* was performed, and the average time of each activity was calculated, based on the data collected in the first phase. In the fourth step, it was possible to calculate the manpower required to meet the assembly line. Finally, the operator balancing graph was performed in order to distribute the activities equally among the employees.

Keywords: Lean Manufacturing, *Yamazumi Board*, *Takt Time*.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, as empresas necessitam produzir cada vez mais e com maiores níveis de eficiência para se manterem competitivas perante suas concorrentes, do contrário, estarão fadadas a perda de mercado e, provavelmente, a falência eminente. O caminho para melhorar os níveis de produtividade e eficiência operacional, sem acrescentar custos desnecessários ao processo, pode ser obtido por meio da utilização de ferramentas da manufatura enxuta tais como o mapeamento do fluxo de valor, Kaizen, GBO (Gráfico de Balanceamento do Operador), entre outras.

Nesse contexto, uma empresa prestadora de serviços logísticos, que atua em uma indústria de máquinas agrícolas, vem apresentando dificuldades em atender ao aumento de demanda, proveniente do acréscimo de produção de seu cliente. Com isso, para que a empresa contratante atenda a linha de produção de forma correta, seus colaboradores passaram a realizar horas extras diariamente, o que acaba impactando a receita da empresa contratada. Os pontos mais críticos desse processo se encontram na área de recebimento do material e no reabastecimento das prateleiras. Com isso, a empresa contratada solicitava reajuste nos valores contratuais, para que as horas extras fossem pagas pela empresa contratante ou para realizar a contratação de mais um operador, a fim de garantir que as atividades fossem realizadas de acordo com a necessidade da linha de montagem. Definiu-se então, que um estudo seria realizado a respeito do balanceamento das atividades entre os operadores e o resultado deste estudo indicaria se haveria um reajuste nos valores do contrato ou se haveria apenas a distribuição balanceada das atividades entre os operadores.

A fim de solucionar os problemas referentes aos gargalos que surgiram, buscou-se por meio de pesquisa bibliográfica em livros e artigos científicos, ferramentas capazes de atender

aos objetivos deste trabalho, as quais possam resultar em melhorias na realização das atividades desenvolvidas pelos operadores.

Desta forma, o objetivo principal do artigo é dimensionar a mão de obra necessária para garantir o pleno abastecimento da linha de produção do cliente. Como objetivo específico definiu-se que deverá ser realizado o nivelamento das atividades entre os operadores, evitando a sobrecarga de trabalho entre os mesmos.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Gráfico de Balanceamento do Operador

O Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO), também conhecido como “Yamazumi Board”, é uma ferramenta gráfica que auxilia na criação de um fluxo contínuo em um processo com múltiplas etapas e diversos operadores, distribuindo as atividades dos operadores de acordo com o Tempo de Ciclo para atender ao Tempo *Takt*. Nesse gráfico, utiliza-se barras verticais para indicar a quantidade de trabalho que deve ser realizada para cada operador, onde cada barra é formada por pequenas barras proporcionais ao tempo de cada atividade (LEAN INTERPRISE INSTITUTE, 2003).

O balanceamento da produção é um dos pilares do Sistema Toyota de produção, e seu objetivo é fazer com que o processo produza a mesma quantidade do processo precedente, ou seja, os processos de produção estão dispostos de forma a facilitar a produção da quantidade necessária, no momento necessário (SHINGO, 1996).

De acordo com Peinado e Graeml (2007) e Slack et al. (2002), dificilmente os processos estão devidamente balanceados, ou seja, não apresentam o mesmo volume de trabalho empregado em cada estação de trabalho. Isso significa que em determinada parte do processo produtivo haverá uma operação mais lenta, a qual determinará a velocidade de produção de toda a linha, essa operação recebe o nome de gargalo.

2.1.2 *Takt Time*

O *Takt time* foi utilizado pela primeira vez na indústria aeronáutica alemã em 1930 para controlar o intervalo em que uma aeronave levava para ser transportada à estação de produção seguinte. Tal conceito foi largamente utilizado na Toyota a partir de 1950 e seu uso já estava completamente inserido na cadeia de fornecedores da empresa 10 anos depois (LEAN INTERPRISE INSTITUTE, 2003).

Conforme Rother e Shook (2003) o *Takt time* é o número de referência utilizado para conectar a taxa de produção à quantidade de vendas do produto. Para o cálculo do *Takt Time* é preciso conhecer o tempo de trabalho disponível por turno e a demanda solicitada pelo cliente, resultando na Equação 1, mostrada abaixo:

$$Takt\ time = \frac{tempo\ de\ trabalho\ disponível\ por\ turno}{demanda\ solicitada\ pelo\ cliente} \quad (1)$$

2.1.3 Número de operadores

Rother e Shook (2003) propõem que o número de operadores não pode ser determinado através de estimativa, por este motivo utilizou-se a Equação 2 para determinar a necessidade de operadores para a realização das atividades estudadas:

$$Número\ de\ Operadores = \frac{conteúdo\ total\ de\ trabalho}{Takt\ time} \quad (2)$$

A Tabela 1 fornece algumas informações sobre como elaborar o cálculo inicial do número de operadores necessários, baseado no resultado na Equação 2:

Tabela 1 - Orientação para determinar o número de operadores

	Orientação / Meta
< 0,3	Não adicione um operador extra. Aproveite para reduzir o desperdício e trabalhos não importantes.
0,3 – 0,5	Ainda não adicione um operador extra. Após duas semanas de operação da célula e do Kaizen, cuidadosamente avalie se os desperdícios e trabalhos não importantes ainda devem ser eliminados.
>0,5	Adicione um operador extra se necessário e mantenha a redução dos desperdícios e trabalhos não importantes para eventualmente eliminar a necessidade deste operador na célula.

Fonte: Rother e Harris (2003)

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi organizado em cinco etapas. Primeiramente, foram identificadas as atividades realizadas pelos operadores, o número de caixas retornadas da linha de produção e o tempo de duração de cada atividade. Os dados foram coletados durante cinco dias e as informações agrupadas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Modelo de planilha para coleta de dados

Dia	ATIVIDADE	QUANTIDADE	TEMPO (s)
I	Caixas bins A	133	7.590
II	Caixas bins A	97	5.579
III	Caixas bins A	199	11.343
IV	Caixas bins A	177	9.912
V	Caixas bins A	254	14.417

Fonte: Autor, 2018.

Na segunda etapa, foi calculado o *Takt Time*, utilizando-se a Equação 1. Com o *Takt Time* e tempo médio das atividades calculado, será possível elaborar o Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO), conforme o modelo apresentado na Figura 1.

Entende-se por Caixa KLT (*Klein Lagerung und Transport*) como um dispositivo de Acondicionamento e Transporte de Pequenos Componentes, e a Caixa Bin trata-se de um dispositivo de armazenamento de peças pequenas.

Figura 1 - Modelo do Gráfico de Balanceamento do Operador



Fonte: Lean Interprise Institute (2003)

Na terceira etapa, foi realizado o cálculo da média aritmética dos dados (quantidade de caixas, tempo) coletados durante o período de cinco dias.

Após calcular o *Takt Time*, é possível calcular a mão de obra necessária para garantir o abastecimento da linha de produção do cliente de acordo com a sua necessidade, utilizando-se a equação 2.

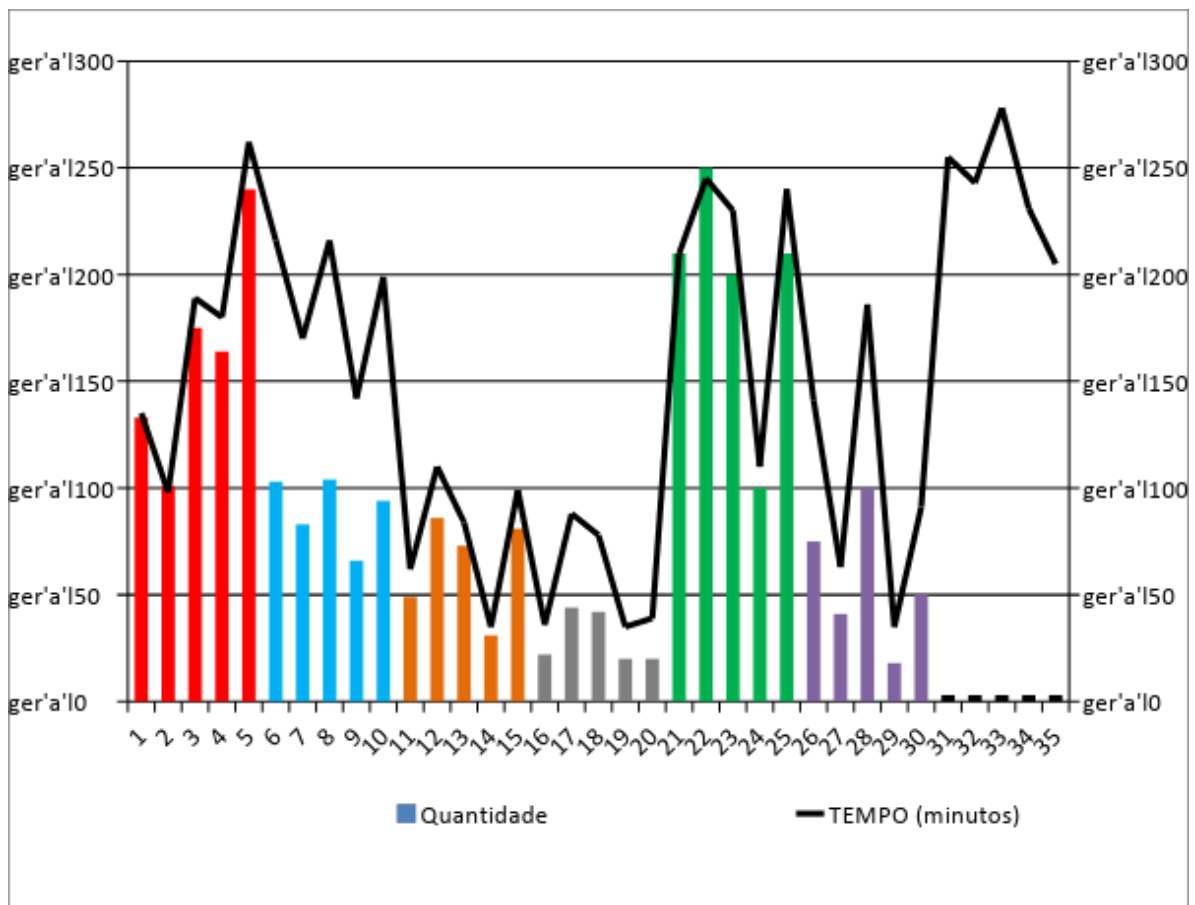
Por fim, será desenvolvido o gráfico de balanceamento das atividades com o intuito de equilibrar as atividades entre os operadores sem sobrecarregá-los.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados e analisados para cada operação, conforme a Tabela 2, a qual consiste em armazenar o tempo de cada atividade e a quantidade de caixas que retornam diariamente da linha de montagem. As informações estão separadas em colunas que indicam as atividades de cada dia da semana, (I sendo segunda-feira e V sendo sexta-feira), quantidades de caixas movimentadas e o tempo para movimentar as caixas.

O resultado da coleta de dados por ser analisada na Figura 2, a qual permite que sejam visualizadas as quantidades, referente a cada operação realizada para atender a linha de produção, assim como também permite visualizar o respectivo tempo de cada atividade realizada.

Figura 2 - Cronoanálise das atividades



Fonte: Autores, 2018

Na segunda etapa foi realizado o cálculo do *Takt Time*, onde a demanda solicitada pelo

cliente foi de três rotas por dia em cada linha de produção, com o horário do turno das 07:30 às 17:30 horas. Durante o turno de produção é permitido 1 hora de intervalo para almoço e 15 minutos de intervalo para refeição no turno da manhã e mais 15 minutos no período da tarde. Desta forma, o tempo disponível por turno é de 510 minutos. Com essas informações, é possível calcular o *Takt Time*, conforme Equação 1:

$$Takt\ Time = \frac{510\ minutos}{3\ rotas} \frac{510\ minutos/dia}{3\ rotas/dia} = 170\ minutos\ por\ rota$$

O cálculo mostra que a cada ciclo de 170 minutos deverá ser realizada uma nova rota de abastecimento à linha de produção.

Na Tabela 3, é possível identificar as médias de caixas que retornaram da linha de produção, assim como a média do tempo que se leva para movimentar uma única caixa. Com isso foi possível saber o tempo que cada atividade ocupa dentro do ciclo produtivo, baseado sempre nas quantidades de caixas que retornam da linha de montagem, assim como a quantidade de material que é recebido ou a quantidade de itens solicitados para reposição.

Tabela 3 - Resultado da Cronoanálise

Atividade	Média quantidade diária	Média (minutos por caixa)	Quantidade enviada à linha por Tempo <i>Takt</i>
Caixas bins A	163	1,051	54
Caixas KLT B	30	1,839	10
Caixas bins B	90	2,098	30
Caixas KLT A	64	1,209	21
Recebimento	194	1,075	65
Reposição	57	1,808	19
Rotas	3	80,8	1

Fonte: Autor, 2018

Com o *Takt Time* e o conteúdo total de trabalho realizado pelo operador já calculado, foi possível dimensionar a mão de obra necessária para atender o cliente, conforme a equação 2:

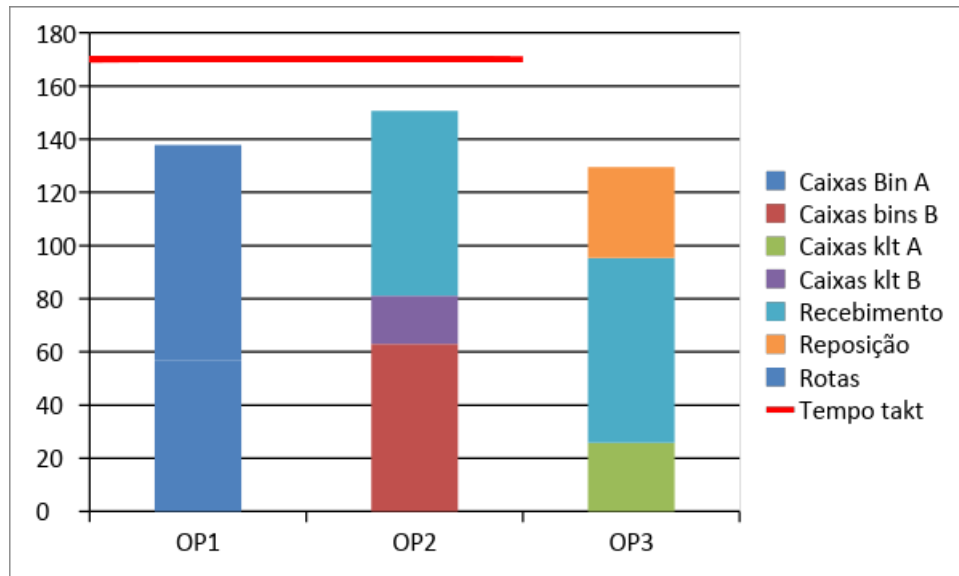
$$\text{Número de operadores} = \frac{418\ minutos}{170\ minutos/operador} = 2,46\ operadores$$

Como não é possível contar com três décimos de um operador, serão necessárias três pessoas para atender a demanda do cliente, seguindo orientações da Tabela 1. Porém, caso seja realizado um estudo mais aprofundado das atividades, eliminando-se desperdícios e

tarefas não importantes, realizando mudanças de layout poderá se diminuir de três para dois operadores.

O gráfico na Figura 3, ilustra a situação dos três operadores, onde pode ser constatado que os mesmos são capazes de atender a demanda referente a linha de montagem sem a necessidade de contratação de mais uma pessoa.

Figura 3 - Gráfico de balanceamento de atividades

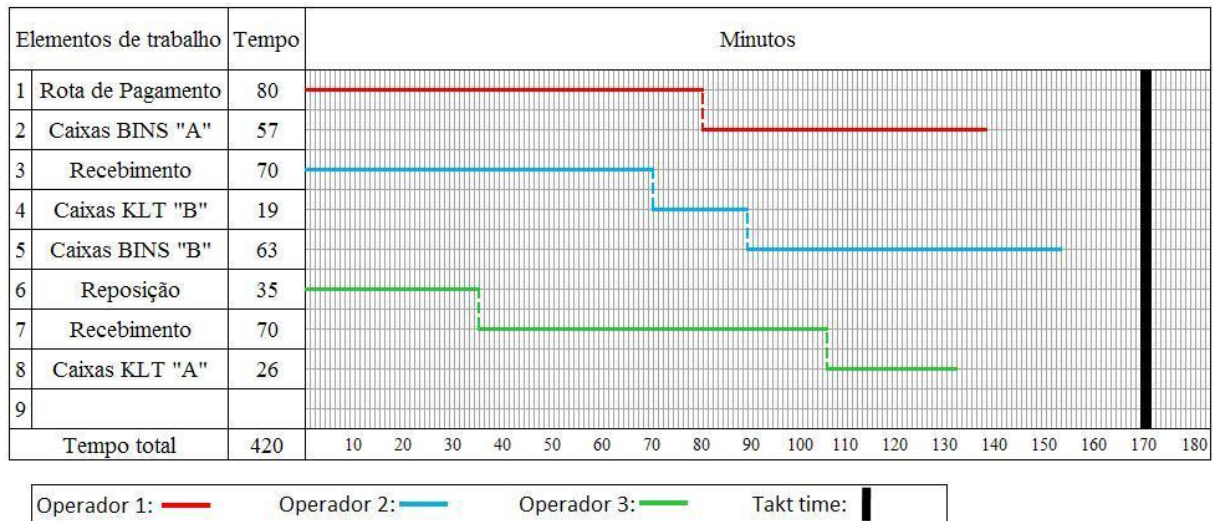


Fonte: Autor, 2018

Como pode ser analisado na Figura 3, ambos os operadores possuem suas atividades inseridas dentro do *Takt Time*, evidenciando o fato de que três pessoas são suficientes para atenderem a linha de produção. Também pode ser visualizado que as atividades entre cada operador encontra-se balanceada, evitando assim o surgimento de novos gargalos no processo, desde que a demanda não aumente e o tempo destinado a cada atividade seja cumprido.

Baseado na realização do GBO foi possível planejar a sequência de trabalho de cada operador, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Sequência de trabalho entre os operadores



Fonte: Autores, 2018

As atividades entre os operadores serão realizadas de acordo com a Figura 4, onde cada operador será responsável pela realização de suas respectivas atividades dentro da ordem cronológica de cada uma delas. Neste ponto, evidencia-se que a soma de todas as atividades não ultrapassa o tempo *Takt*, que seria o tempo limite de realização das atividades sem causar atrasos no abastecimento da linha de produção.

CONCLUSÃO

A coleta e análise dos dados possibilitou que as cargas de trabalhos fossem quantificadas, permitindo calcular o *takt time* e o conteúdo total de trabalho, que resultaram no cálculo de dimensionamento de mão de obra. Este cálculo confirmou que três operadores são suficientes para atender a demanda da linha de produção, sem causar atrasos no pagamento de peças.

Tendo como evidência que a mão de obra é suficiente para tais atividades, utilizou-se o GBO, o qual permitiu que as atividades pudessem ser divididas da forma mais igualitária possível. Desta forma, foi possível distribuir as atividades entre os operadores, de forma que nenhum colaborador fosse sobrecarregado com atividades além do tempo *takt*.

Por meio da elaboração deste trabalho, foi possível criar, digitalmente, um material que pode ser alterado sempre que necessário. Ou seja, conforme a demanda sofra alterações nas quantidades solicitadas pela linha de produção, será possível utilizar dados futuros na realização de novos dimensionamentos ou balanceamento de atividades, evitando ociosidades

ou sobrecarga de atividades para os operadores.

A realização deste trabalho resultou em um processo estável, proporcionando aumento da produtividade, eliminação de horas extras, devido à melhora no fluxo contínuo de materiais, eliminação de ociosidades e gargalos do processo. Ao mesmo tempo, foi possível melhorar a qualidade no serviço prestado ao cliente sem a necessidade de gerar novos custos.

Para os trabalhos futuros, pretende-se coletar dados dos itens com maior demanda e localiza-los em locais estratégicos do mercado de peças, a fim de diminuir o deslocamento dos operadores no interior do depósito. Outra análise que também será realizada, trata-se do estudo referente a cada atividade desenvolvida pelos operadores, com o intuito de identificar atividades que agregam e não agregam valor ao produto, resultando na eliminação de atividades desnecessárias. Os dados resultantes do trabalho futuro poderão ser quantificados e comparados com os resultados deste trabalho, permitindo a mensuração das melhorias realizadas no processo.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.; ANTUNES Jr., J – **Takt-Time – Conceitos e Contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**, Revista Gestão e Produção, Vol.8, P.1-18, Abril, 2001.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

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

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

WILSON, Lonnie. **How to Implement Lean Manufacturing**. McGraw-Hill, 2010.