

## **ANÁLISE DE CAPACIDADE PRODUTIVA PARA UMA DEMANDA FUTURA DE “CARRINHO DE COMPRAS SUSTENTÁVEL”**

### **Débora Porcari Nunes**

Graduada em Administração pela Universidade Paulista – São Paulo. Licenciando em Administração pela Uniplena Educacional.

E-mail: debora.pn@hotmail.com

### **Fabiano Costa**

Tecnólogo em Gestão Comercial pela Fatec, campus Itaquaquecetuba. Pós-graduando em Logística e Operações pelo Instituto Federal de São Paulo.

E-mail: fabianocosta34@yahoo.com.br

### **Robson Elias Bueno**

Graduado em Administração pela Universidade Mogi das Cruzes. Pós-graduado em Administração Fundação Armando Alvares Penteado.

E-mail: robsonebueno@gmail.com

### **Samuel Fernandes**

Graduado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Nove de Julho – São Paulo. Pós-Graduando em Logística e Operações pelo Instituto Federal de São Paulo.

E-mail: samuel-fn@hotmail.com

## **Resumo**

Atualmente a competitividade vem sendo um dos maiores desafios das organizações para conseguir se manter no mercado, diante disso, é necessário que os gestores tenham conhecimento da capacidade produtiva das indústrias, para assim, buscar soluções para os problemas relacionados à produção e conseqüentemente melhorias no ambiente organizacional.

Este artigo faz uma análise da capacidade de produção de uma empresa fabricante de carrinhos de compras sustentáveis e sugere a melhor alternativa para o atendimento da demanda anual, baseado nos dados pesquisados, com foco no balanceamento de linha de produção, foram analisados os tempos e métodos de processos, utilizando o tempo padrão de produção, tempo de ciclo e tempo de atravessamento para determinar o número de máquinas, equipamentos e turnos de trabalho necessários para a produção dos carrinhos. Os estudos foram realizados a partir de uma pesquisa em uma indústria de médio porte, localizada na região de Mogi das Cruzes, SP.

**Palavras Chave:** Capacidade de produção, demanda, balanceamento de linha.

### **Abstract**

Nowadays, competitiveness has been one of the biggest challenges for organizations to be able to stay in the market. It is therefore necessary for managers to be aware of the productive capacity of the industries, in order to seek solutions to problems related to production and consequently improvements in the environment Organizational structure. This article analyzes the production capacity of a sustainable shopping carts manufacturer and suggests the best alternative for meeting the annual demand, based on the data surveyed, focused on the production line balancing, we analyzed the times and methods Using standard production time, cycle time and through time to determine the number of machines, equipment and work shifts required for the production of the trolleys. The studies were carried out from a research in a medium-sized industry, located in the region of Mogi das Cruzes, SP.

**Keywords:** Production capacity, demand, line balancing.

### **Introdução**

Devido os diversos problemas climáticos que vem ocorrendo atualmente, causados principalmente pelo excessivo consumo de recursos naturais, é imprescindível a procura por novas alternativas sustentáveis para minimizar a degradação do planeta. Com o objetivo de diminuir os impactos ambientais dos resíduos poluentes gerados

pela sociedade e pelas indústrias, foi iniciado em 2011 um debate para tentar acabar com o uso de sacolas plásticas em supermercados por causa do demorado tempo de decomposição desse material, e também pelo seu alto índice de degradação a natureza, porém, esse assunto ainda está causando muita preocupação.

Perante este cenário a empresa estudada por este artigo, desenvolveu um produto denominado “carrinho de compras sustentável” com compartimento de armazenagem em material reciclado, ratificando o princípio sustentável atual, tendo sua capacidade de armazenamento de quarenta quilos, sendo de fácil manuseio, retrátil e com um custo máximo de trinta reais. Desta forma atendendo as expectativas do público alvo identificado na pesquisa de mercado e conseqüentemente gerando instintivamente uma conscientização ambiental. Perante pesquisa de mercado realizada pela empresa, se determinou uma demanda anual de 60.000 unidades.

O objetivo deste artigo é analisar a capacidade de produção para o atendimento dessa demanda e verificar a situação mais eficaz no que diz respeito à otimização de tempo e diminuição de custos nos processos produtivos, e com os resultados obtidos, auxiliar o gestor de produção na tomada de decisão.

A justificativa para a produção deste artigo é de viabilizar com mais clareza as tomadas de decisão para este caso específico.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Linha de produção**

Segundo Scholl et al., (2010), linhas de produção ou linhas de montagem são sistemas orientados para um fluxo que foram originalmente desenvolvidos para a produção industrial em série, ou seja, produção de grandes quantidades de produtos padronizados e que atualmente, tem sido considerados também para a produção de pequenos lotes de produtos customizados.

Para Carnahan et al., (2001), linha de produção pode ser definida como uma série de locais de trabalho de produção manual ou automatizada, pelas quais um ou mais produtos são produzidos individualmente ou sequencialmente.

Independente do tipo de layout utilizado nas indústrias, as peças e produtos fabricados podem ser transportados manualmente para outras máquinas, processos ou operações, já em sistemas de linhas de produção em série automáticos, os produtos geralmente são transportados em sequência por cada posto da fábrica com a utilização de dispositivos de transporte específicos como, por exemplo, esteiras, sistemas automáticos de carregamento, cilindros pneumáticos, CLP e robôs. (Boysen et al. 2008)

Silva e Porto (2008), afirmam que é fundamental para as indústrias melhorarem a sincronia entre todas as atividades produtivas e a capacidade total da linha, evitando dessa forma, os desperdícios na produção como principalmente o tempo de espera. Para isso é necessário o nivelamento da produção com a demanda, ajustando o tempo de ciclo da linha conforme a variabilidade da demanda, e também alterando o ritmo da produção, redistribuindo as tarefas entre os operadores. Esta atividade extremamente importante é denominada balanceamento de linha de produção.

## **2.2 Balanceamento de linha de produção**

Atualmente, para conquistar novos clientes e fidelizar os já existentes em um mercado cada vez mais competitivo, as organizações precisam produzir segundo Antunes (2007), com a maior eficiência possível, reduzindo os seus custos operacionais e aumentando a repetibilidade dos processos produtivos, para oferecer menores preços aos consumidores, e desta forma, conseguir maior vantagem competitiva diante de seus concorrentes. Neste contexto, é necessário obter uma sincronia entre os processos no ambiente de produção.

Soares (2007), afirma que o balanceamento de uma linha de produção é uma das técnicas utilizadas para melhorar o processo e simplificar a gestão, e assim atingir uma melhor sincronia entre as atividades produtivas. Para Moreira (2004), a função do balanceamento de linha de produção, é atribuir tarefas para que os tempos de ciclo se tornem equivalentes entre os postos de trabalho, atingindo assim, a taxa de produção definida pela demanda.

Segundo Martins e Laugeni (2006), o objetivo do balanceamento das linhas de produção é otimizar o tempo das máquinas e dos operadores em uma determinada linha. É também ajustar a linha às necessidades da demanda, buscando maximizar a

utilização nos postos de trabalho, unificando o tempo das operações em todas as fases do processo. (Rocha e Oliveira 2007)

Para Dembogurski et. al (2008), além dos diferentes tipos de layouts e linhas de produção, na qual podem ser aplicadas diversas formas de balanceamento, outro fator importante e que deve ser levado em consideração, é a mudança no ambiente organizacional. De acordo com o autor, uma melhor distribuição dos trabalhos entre os funcionários dentro de uma linha de produção, pode melhorar significativamente o trabalho em equipe, isto somado com outros fatores pode fazer com que uma equipe formada com um menor número de colaboradores possa ser mais eficiente do que uma equipe com um maior número de funcionários.

Balanceamento de linha de produção é manter os tempos de processamento o mais próximo possível em todos os postos de trabalho. Esse nivelamento de tempos é realizado com o intuito de aumentar a eficiência da linha e tem o objetivo de organizar e agrupar melhor os processos produtivos, aumentando o equilíbrio entre os postos de trabalho, e permitindo que haja um fluxo contínuo e nivelado de produção no decorrer da linha. (Tubino 2007)

### **2.3 Capacidade produtiva**

Todas as organizações em desenvolvimento precisam algum dia decidir se é necessário ou não a realização de novos investimentos para atender uma demanda em crescimento. Para tomar essa decisão é extremamente importante saber se o processo existente tem capacidade de suprir a nova demanda. Entretanto, poucas empresas têm a percepção que os retrabalhos e os refugos consomem recursos da produção, e por isso, devem também ser considerados nos cálculos da capacidade de produção. (Staudt et al. 2011),

Segundo Rocha e Navarro (2014), para aumentar o grau de competitividade em momentos críticos, as organizações necessitam analisar os fatores que proporcionam vantagens competitivas, uma alternativa é produzir mais produtos em menos tempo. Para atingir essa meta, é necessário analisar a capacidade de produção, para então buscar aumentar a eficiência e diminuir os desperdícios.

A principal dificuldade para medir a capacidade de produção de uma empresa, é a complexidade encontrada na maioria dos processos produtivos. Para facilitar a definição da capacidade e diminuir a probabilidade de erros, é necessário padronizar ao máximo os processos, tornando-os cada vez mais organizados, repetitivos e se possível automatizados. (Slack et al. 2002)

Para Hayes et al. (2008) a medição da capacidade produtiva em uma indústria é uma tarefa difícil, por causa de diversos fatores que são variáveis, como: as políticas da organização, confiabilidade dos fornecedores e equipamentos existentes, e também os fatores humanos. Hopp e Spearman (2001) argumentam que a variabilidade está presente em todos os sistemas produtivos e isso causa alterações significativas no desempenho da produção. Por esse motivo, é fundamental conhecer esses fatores variáveis e procurar padronizar os processos deixando-os mais alinhados possíveis para um controle mais eficaz da produção.

Peinado e Graeml (2007) apresentam a capacidade em quatro diferentes categorias: Capacidade Instalada: que é a capacidade máxima de um sistema produtivo trabalhando ininterruptamente e não considerando as perdas. Capacidade Disponível: representa a quantidade máxima que um processo pode produzir durante a jornada de trabalho disponível. Também não considera perdas; Capacidade Efetiva: é a capacidade disponível subtraindo as perdas planejadas (paradas de setup, manutenção preventiva, etc.); Capacidade Realizada: é obtida subtraindo da capacidade efetiva as perdas não planejadas.

## **2.4 Estudo de tempos e métodos de processos**

Nas linhas de produção são utilizados diversos tipos de tempos, que são relacionados com diferentes variáveis e são usados conforme a necessidade de medida de desempenho no sistema. (Camarotto 2007)

Segundo Oliveira et. al (2012), o estudo detalhado dos tempos de produção possibilita a organização compreender os tempos que foram utilizados para produzir uma determinada peça ou produto, podendo desta forma estimar a data das entregas desses produtos, e quanto a empresa poderá produzir, ou seja, é possível determinar a sua capacidade.

O estudo de métodos e processos consiste basicamente em analisar os métodos utilizados nas linhas de produção e como eles poderiam ser melhorados para possibilitar o estudo de tempos. O estudo de métodos é frequentemente utilizado no balanceamento de linhas e também na elaboração do arranjo físico da empresa. (Oliveira et. al 2012)

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos e métodos de processos aborda várias técnicas que submetem a uma análise detalhada de cada operação de uma determinada atividade, com o objetivo de eliminar as perdas e qualquer elemento que seja desnecessário para operação, e assim determinar o melhor e mais eficiente método para execução do processo.

A eficiência e o tempo padrão de produção para a realização das tarefas em qualquer indústria variam constantemente conforme o tipo de trabalho, fluxo produtivo ou produto. Segundo Martins e Laugeni (2006), cada colaborador possui diferentes habilidades, força, velocidade e vontades, por esta razão, a medição dos tempos de processos é fundamental para estabelecer os padrões de serviço na programação da produção.

### **3. METODOLOGIA**

Este artigo foi escrito com base nos resultados de uma pesquisa de natureza qualitativa fundamentada no método de estudo de caso único. Segundo Yin (2001), um estudo de caso é uma investigação empírica dentro de um contexto real, onde não há influência sobre as variáveis.

A unidade de estudo será uma empresa situada na cidade de Mogi das Cruzes que produz bolsas femininas, carteiras masculinas, mochilas de diversos tipos, malas e futuramente “carrinho de compras sustentável,” e esse último será o foco deste estudo. Essa empresa foi escolhida, devido ser de médio porte, com uma estrutura organizacional pouco burocrática o que facilita a obtenção de dados, além de que os pesquisadores tiveram livre acesso ao campo de estudo perante acordo pré-estabelecido com o diretor da empresa.

Utilizando esse acesso para a aplicação de questionário ao encarregado de produção por ser a pessoa responsável pelos processos da linha produtiva, e assim,

tentar entender as práticas utilizadas na manufatura da empresa, também, foram analisados documentos que auxiliaram a que os pesquisadores entendessem as limitações da empresa no âmbito de seu processo fabril e a demanda esperada para esse novo produto, e também, realizadas observações de campo que auxiliaram no entendimento dos recursos físicos disponíveis para a produção de um novo produto, ou seja, requisitos essenciais para a busca das respostas que esse artigo visa compreender. Segundo Yin (2001), a utilização de variadas fontes de evidência constitui o principal recurso de que se vale o estudo de caso para conferir significância a seus resultados.

A análise dos dados e resultados foi realizada utilizando triangulações das fontes de informações descritas neste estudo, comparando com o que foi encontrado na literatura de acordo com assuntos semelhantes.

O artigo busca-se compreender e descrever os métodos possíveis que serão utilizados no processo produtivo da empresa. A partir daí este estudo pretende propor soluções para se obter a melhor forma de conduzir os processos fabris para o produto que esta sendo o objeto do estudo.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo será definida a capacidade de produção da empresa, a palavra capacidade é comumente associada à ideia de volume máximo, espaço ou quantidade máxima de alguma coisa. Assim, dizemos que o tanque de combustível de um carro tem capacidade para 60 litros, um estacionamento tem capacidade para 300 carros e uma linha de produção capacidade para x peças.

Porém para definir a capacidade de produção, deve-se associar ela com a demanda e determinar o nível ótimo de produção. Para atender a demanda é fundamental a eficiência e eficácia da administração da produção. O desequilíbrio entre a capacidade e a demanda pode ter consequências econômicas desastrosas para a organização.

Conforme forecast de vendas a demanda anual é totalizada em 60.000 unidades de carrinhos, distribuídas conforme tabela 1.

Tabela 1 – Demanda anual sacolas recicláveis com carrinho de transporte

Jan-Fev-Mar	Abr-Mai-Jun	Jul-Ago-Set	Out-Nov-Dez	Total
9.000	18.000	9.000	24.000	60.000

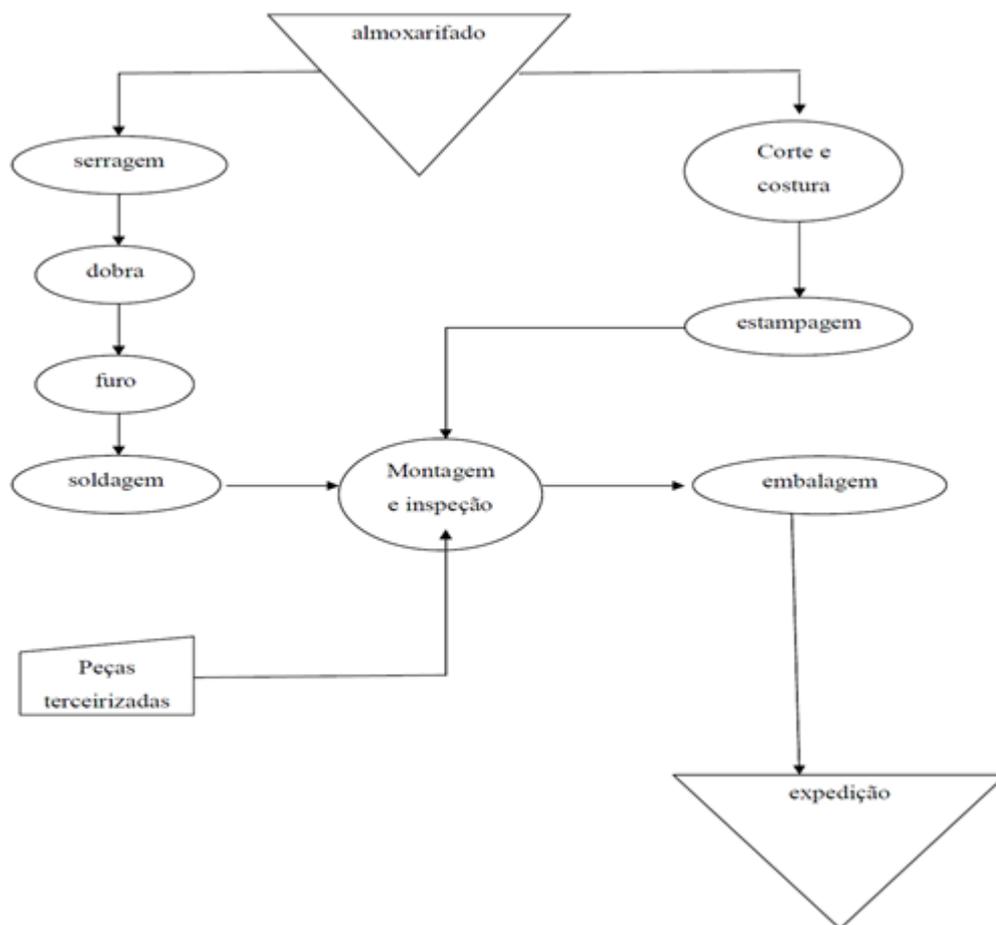
Porém para que a demanda seja definida de uma forma mais próxima do real devemos levar em consideração 5% de crescimento anual e mais 5% como margem de segurança para eventuais contratempos, totalizando uma demanda anual de 66.000 carrinhos.

Para chegar no balanceamento da linha é necessário calcular antes o tempo padrão, o tempo de ciclo teórico, determinação do número de equipamentos, tempo padrão e tempo de ciclo balanceado, tempo de atravessamento, número mínimo de postos e enfim a capacidade de produção.

#### 4.1 Fluxograma do processo

Na Empresa serão fabricadas diversas peças e a sacola do carrinho, com exceção das rodinhas, a manopla e os mancais, que são peças terceirizadas, estas, irão entrar no processo na parte de montagem, para tanto a empresa dispõe de algumas máquinas e equipamentos que são necessárias para fabricação do produto final. A escolha desses equipamentos foi realizada analisando os recursos disponíveis na fábrica e também pelo pedido de compra de novas máquinas pelo encarregado de produção, para que seja possível atender a demanda. Abaixo é apresentado o fluxograma de processo da empresa.

Fluxograma 1 – Processo de fabricação do carrinho sustentável.



Fonte: Elaborado pelos autores do artigo, 2016.

## 4.2 Tempo Padrão

Como mensurado o primeiro passo é determinar o tempo padrão que é o tempo que as peças vão permanecer em cada operação cada posto de trabalho, mas antes é necessário descobrir o tempo medido e o tempo normal.

O “Tempo medido” é o tempo real de uma operação, ou seja, o tempo transcorrido entre a saída de uma peça da operação e a saída da peça seguinte (cronometrado), o “Tempo Normal” é o Tempo medido corrigido pelo ritmo do operador, e o tempo padrão que é o Tempo Normal corrigido pelos adicionais de tolerância

(pessoal e fadiga), este é tempo a ser considerado para o balanceamento da linha de produção.

$$T_n = T_m \times v$$

$$T_p = T_n \times F_t$$

Onde:

$T_p$  = tempo Padrão

$T_n$  = Tempo Normal

$T_m$  = Tempo medido (tempo cronometrado)

$V$  = Velocidade média do operador (adotar 95%) = 0,95

$F_t$  = Fator de fadiga (adotar 18%) = 1,18

(itens percentuais adotados do livro Administração da Produção)

## Tabela 2 – Tempo padrão de fabricação

tempos	serra	dobra	furo	solda	corte e costura	estampa	montagem	embalagem
$T_m$	2,67	1,74	1,43	2,13	1,74	0,86	3,91	0,89
$T_n$	2,54	1,65	1,36	2,02	1,65	0,82	3,71	0,85
$T_p$	2,99	1,95	1,60	2,39	1,95	0,96	4,38	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo, 2016.

### 4.3 Tempo de ciclo

O tempo de ciclo corresponde ao ritmo de produção necessário para atender a demanda, ou seja, o tempo de produção que se têm disponível pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda, esta que deve ser apresentadas em horas como mostra a equação abaixo.

$$Pch = D / 264 / T$$

Onde:

Pch = Produção de carrinhos por hora

D = demanda

264 = constante (dias úteis por ano)

T = turnos (1=7, 2=14, 3=21) adotando 1 hora de desconto em cada turno para as refeições.

Realizando a equação chega-se a 35,71 sendo um turno, 17,85 dois turnos e 11,90 três turnos, carrinhos por hora.

Como já citado, o tempo de ciclo é gerado da divisão do tempo efetivo do trabalhador pela produção de carrinhos por hora, adotando que cada colaborador trabalhe 80% de seu tempo 48 min. tem-se um tempo de ciclo de 1,35 min. para um turno, 2,69 min. dois turnos e 4,04 min. três turnos, isso significa que nesta fração de minutos deve sair um produto da linha de produção.

$$Tc = Te / Pch$$

onde:

Tc = tempo de ciclo

Te = tempo efetivo do trabalhador (80%, 48 min.)

Pch = produção de carrinhos por hora

Ressalta-se que este tempo de ciclo calculado é teórico, ou seja, os valores obtidos para 1, 2 e 3 turnos é o tempo máximo que deve demorar entre a saída de um produto e outro na linha de montagem.

#### **4.4 Determinação do número de equipamentos**

Foi definido o tempo padrão de cada operação e o tempo de ciclo teórico, porém se for analisado os números, será visto que o tempo que está dando o ritmo à produção é o tempo padrão, por exemplo, operando em 1 turno e com apenas 1 serra, devido ao tempo padrão de operação que é 2,99 minutos, só seria possível chegar à 31.521 peças serradas, um número bem abaixo da demanda que é 66.000, isto se deve porque o tempo máximo que o produto deveria permanecer na linha deveria ser 1,42 min. e não 2,99 min.

A equação abaixo definirá a quantidade de máquinas para ser possível atender a demanda, considerando a demanda anual de 66.000 carrinhos, com trabalho útil da máquina de 85% 5,95 horas por turno e 264 dias úteis, chega-se as seguintes equações.

$$P = ((ht \times 60) / Tp) \times T \times 264$$

$$M = D$$

$$P$$

Onde:

P = n° de peças

ht = horas por turno

60 = constante (minutos por hora)

Tp = tempo padrão

264 = constante (dias uteis por ano)

M = n° de máquinas

D = demanda

T = turnos (1,2 ou 3)

Realizado o cálculo e arredondando o resultado para cima chega-se a esta tabela.

Tabela 3 – Determinação de número de equipamentos.

Equipamento	1 turno	2 turno	3 turno
Serra	3	2	1
Máquina de dobrar tubos	2	1	1
Furadeira	2	1	1
Máquina de solda	2	1	1
Corte e costura	2	1	1
Estampa	1	1	1
Montagem	4	2	2
Embalagem	1	1	1
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo, 2016.

#### 4.5 Tempo padrão e tempo de ciclo balanceados

O Tempo padrão calculado no início deste capítulo é para uma máquina para cada setor, e dividindo este valor pelo número de equipamentos da tabela anterior, chega-se a um novo tempo padrão apresentado na próxima tabela.

Tabela 4 – Tempo padrão turnos

Equipamento	1 turno	2 turnos	3 turnos
Serra	1,0	1,5	2,99
Máquina de dobrar tubo	0,98	1,95	1,95
Furadeira	0,8	1,6	1,6
Máquina de solda	1,2	2,39	2,39
Corte e costura	0,98	1,95	1,95

Estampa	0,96	0,96	0,96
Montagem	1,1	2,19	2,19
Embalagem	1,0	1,0	1,0

Fonte: Elaborado pelos autores do projeto, 2016.

Este são os novos tempos padrões que serão adotados para os próximos cálculos, e junto com eles também são gerados os novos tempos de ciclo que é o tempo do posto gargalo da linha, para 1 turno 1,2 min., para 2 turnos 2,39 min. e para 3 turnos 2,99 min.

Pode-se reparar que existe uma diferença de tempos entre as operações, por isso é necessário calcular a eficiência da linha que é um fator importante a se considerar e a equação a seguir calcula a eficiência para 1, 2 e 3 turnos.

$$e = ((\sum Tp / (n \times g)) \times 100$$

onde ;

e = eficiência

n = n° de postos

g = posto gargalo

Realizando esta equação chega-se a uma eficiência de 84% para 1 turno, 71% para 2 turnos e 63% para 3 turnos.

#### 4.6 Tempo de atravessamento e número mínimo de postos de trabalho

O tempo de atravessamento também é conhecido como lead time, ele é o tempo que a peça leva para ser manufaturada, ou seja, é o tempo somado da primeira até a última operação como mostra a tabela.

Tabela 5 – Tempo de atravessamento e número mínimo de postos de trabalho

Nº de Turnos	PROCESSOS							
	Serra	Dobra	Furo	Solda	Corte e Costura	Estampa	Montagem	Embalagem
1 turno	1,0	0,98	0,8	1,2	0,98	0,96	1,1	1,0
	Somatória = 8,02							
2 turno	1,5	1,95	1,6	2,39	1,95	0,96	2,19	1,0
	Somatória = 13,54							
3 turno	2,99	1,95	1,6	2,39	1,95	0,96	2,19	1,00
	Somatória = 15,03							

Fonte: Elaborado pelos autores do projeto, 2016.

O tempo de atravessamento ( $T_i$ ) é importante para ser determinado o número mínimo de postos. O número mínimo de postos se dá pela divisão do  $T_i$  (tempo de atravessamento) pelo  $T_c$  (tempo de ciclo), já calculado.

Tabela 6 – Tempo de atravessamento e número mínimo de postos de trabalho

1 turno	$n^\circ$ mínimo de postos = $8,02/1,2 = 7$ postos
2 turnos	$n^\circ$ mínimo de postos = $13,54/2,39 = 7$ postos
3 turnos	$n^\circ$ mínimo de postos = $15,03/2,99 = 6$ postos

Fonte: Elaborado pelos autores do projeto, 2016.

É importante ressaltar que este é um número mínimo de postos, não significa que poderá haver mais postos para se balancear a linha.

#### 4.7 Capacidade de produção balanceada

Constatamos acima o tempo de ciclo balanceado para os três turnos que são, 1,2, 2,39 e 2,99 respectivamente, este número indica que nesta fração de minutos é produzido um carrinho, e aplicando uma regra de 3 simples chega-se a 0,83, 0,42 e 0,34 que significa quantos carrinhos são produzidos por minuto respectivamente, e são com estes números que será descoberta a capacidade de produção.

A tabela a seguir mostra a multiplicação dos produtos produzidos por minuto pela eficiência do operador pelos minutos por hora pelas horas trabalhadas e pelos dias úteis do ano, chegando a capacidade máxima de produção.

Tabela 7 – Capacidade de produção balanceada

CAPACIDADE MÁXIMA DE PRODUÇÃO						
Nº de turnos	produtos/ minutos	eficiência do trabalhador	minutos por hora	horas trabalhadas	dias úteis por ano	total máximo de produtos produzidos
1 turno	0,83	80%	60	7	264	73.624,32
2 turnos	0,42	80%	60	14	264	74.511,36
3 turnos	0,34	80%	60	21	264	90.478,08

Fonte: Elaborado pelos autores do projeto, 2016.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as análises de documentos, questionamentos ao encarregado de produção, observações em campo e a realização de cálculos onde foi determinada a capacidade produtiva balanceada para cada turno, este artigo chegou a algumas conclusões. Tanto trabalhando com 1, 2 ou 3 turnos a empresa terá capacidade de atender a demanda anual prevista, porém, analisando este aspecto o ideal seria trabalhar com apenas 1 turno pois é o turno cujo a capacidade de produção anual, mais se aproxima da previsão de demanda para este produto.

Analisando o tempo de atravessamento (Ti) e o calculo de número mínimo de postos de trabalho se vê vantagem em trabalhar apenas com 1 turno, pois, principalmente, no número mínimo de postos de trabalho não se tem grandes diferenças entre os turnos.

Também, no quesito eficiência a opção por 1 turno apenas, se mostra mais eficaz do que os demais. Fazendo uma análise geral, sugere-se a empresa que

trabalhe com apenas 1 turno, pois, perante os resultados mostra-se o método mais eficaz.

Contudo, apenas esses requisitos não são garantia da máxima eficiência no processo fabril, sugere-se para futuras pesquisas que se aprofunde esse estudo com o uso de ferramentas de indicadores de desempenho como, por exemplo, o OEE (Overall Equipment Effectiveness), que identifica áreas da empresa que precisam de melhorias.

Este artigo tem suas limitações, por ser um estudo de caso único, a sua generalização fica comprometida, pois cada empresa tem suas peculiaridades tornando assim os resultados diferentes em cada caso.

## 6. REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BOYSEN, N., FLIEDNER, M., & SCHOLL, A. (2008). Assembly line balancing: Which model to use when? *International Journal of Production Economics*, 111(2), 509-528. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.026>

CARNAHAN, B. J., NORMAN, B. A., & REDFERN, M. S. (2001). Incorporating physical demand criteria into assembly line balancing. *IEEE Transactions*, 33(10), 875-887. [http:// dx.doi.org/10.1080/07408170108936880](http://dx.doi.org/10.1080/07408170108936880)

CAMAROTTO, J. A. – Métodos, tempos, todelos, postos de trabalho. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção. 2007.

DEMBOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA M. de; NEUMANN C. Balanceamento de Linha de Produção. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_490\\_11644.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_490_11644.pdf)>.

Acesso em: 16/08/12.

HAYES, R. PISANO, G.; UPTON, D.; WHELLWRIGHT, S. Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HOPP, W. & M. L. SPEARMAN. Factory Physics. Boston: Irwin, 2001.

MARTINS, P.G. & LAUGENI, F.P. Administração da Produção – São Paulo: Saraiva, 2006.

MOREIRA, D.A. Administração da Produção e Operações. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

OLIVEIRA et. al . Balanceamento de Linha de Produção: um estudo de caso em uma indústria naval, 2012.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p

ROCHA, R.P. & OLIVEIRA, C.C. Balanceamento de Linha: Estudo de caso na produção de Boneless Leg (BL) em um frigorífico de aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP) XXVII, 2007, Foz Iguaçu/PR. Anais... Foz Iguaçu/PR: Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). 2007. Disponível em: < [http:// fi.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007\\_tr570427\\_0532.pdf](http://fi.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570427_0532.pdf) >. Acesso em: 12 Abril. 2009.

ROCHA, J. A. V & NAVARRO, A. A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá, 2014.

SILVA, L.; PORTO, E. O Balanceamento do Fluxo Produtivo à Luz da Toc: Caso Prático no Processo de Montagem de Calçados Autoclavados. Rio de Janeiro, 2008.

SCHOLI, A., FLIEDNER, M., & BOYSEN, N. (2010). Absalom: Balancing assembly lines with assignment restrictions. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 688-701. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.049>

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert: *Administração da Produção*. Editora Atlas, 2ª edição. Capítulos 6, 7, 11 e 15, 2002.

SOARES, H. S. Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

STAUDT, F. H.; COELHO, A. S.; GONÇALVES, M. B.; Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov. *Revista Produção*, v. 21, n. 4, p. 634-644, 2011.

TUBINO, D.F.. *Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática*. São Paulo: Atlas, 2007.

YIN, ROBERT K. *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.