

# ESTUDO DE MOVIMENTOS E TEMPOS: DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE UMA FUNILARIA

STUDY OF TIMES AND MOVEMENTS: SIZING THE PRODUCTIVE CAPACITY OF A FUNNEL

Daniele Souza Fernandes Aragão<sup>1</sup>, Renata dos Santos Constant<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Serra dos Órgãos, <sup>2</sup>Universidade Federal Fluminense

## Resumo

A prestação de serviços é uma atividade indispensável para movimentar a economia de um país, pois ela considera o cliente como parte integrante do processo. Para gerenciar esses processos é fundamental utilizar a administração da produção, que é vital para o bom funcionamento de toda organização. Através dessa técnica é possível controlar todos os recursos que envolvem um processo produtivo. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso em uma microempresa de funilaria automotiva localizada na cidade de Teresópolis. Os objetivos do estudo foram dimensionar a capacidade produtiva mensal da empresa em realizar o serviço de funilaria em para-choque, através do estudo de tempos e movimentos. Para o desenvolvimento do estudo foram realizadas visitas para a caracterização da empresa, para acompanhar os processos e realizar as cronometragens necessárias para o estudo de tempos e movimentos. Através do dimensionamento da capacidade produtiva foi possível determinar que dois trabalhadores irão se dedicar apenas ao serviço estudado.

**Palavras-chave:** Estudo de tempos e movimentos. Capacidade produtiva. Funilaria.

## Abstract

The provision of services is an indispensable activity to move country economy as it considers the client as an integral part of the process. To manage these processes, it is fundamental to use production management, which is vital for the proper functioning of every organization. Through this technique it is possible to control all resources that involve a productive process. In this study, a case study was carried out in a microenterprise of automotive hoppers located at Teresópolis city. The objectives of the study were to define the monthly productive capacity of the company to perform the funneling service in shock, through the study of times and movements. For the development of the study, visits were made to company characterization, to follow the processes and to carry out the necessary timings for the study of times and movements. Through the definition of productive capacity, it was possible to determine that two employees dedicate themselves to the service studied.

**Keywords:** Study of times and movements. Productive capacity. Funnel.

## Introdução

Os processos estão presentes dentro de qualquer organização, independente do segmento ou porte todas produzem produtos e/ou serviços. Para gerencia-los é essencial utilizar os conceitos da administração da produção, que tem como objetivo definir e organizar o processo desde a criação até a entrega. Nesse contexto a função produção é parte fundamental para o sucesso de uma organização, uma vez em que ela gera os produtos e serviços que são a razão da existência da empresa.

Em pequenas e médias empresas a administração da produção é desafiadora. Para

gerenciar os processos as empresas não dispõem de muitos recursos como, por exemplo, a mão de obra especializada e direcionada. Nessas organizações os trabalhadores realizam diversas tarefas conforme surgem as necessidades, em contrapartida possuem agilidade para responder as oportunidades e problemas na medida em que se manifestam.

As organizações estão cada vez mais empenhadas na busca contínua pela melhoria dos processos, com o intuito de aumentar a produção e reduzir custos. Para atender à demanda é preciso compreender detalhadamente os processos, dimensionar a

capacidade produtiva e determinar os melhores métodos de trabalho. Uma técnica utilizada para satisfazer esses requisitos é o estudo de tempos e movimentos. Com os resultados desse estudo é possível determinar a capacidade máxima produtiva e gerenciar o tempo de produção do processo.

O presente estudo foi realizado em uma microempresa de funilaria automotiva, que não será identificada. Para melhor compreensão do trabalho, define-se o serviço de funilaria como sendo o trabalho de reparar ou substituir peças de automóveis com avarias na pintura. Para o desenvolvimento desse trabalho foram realizadas visitas na empresa para a caracterização, compreensão dos processos e coleta de dados.

O objetivo do estudo é dimensionar a capacidade produtiva da empresa em realizar o serviço de funilaria em para-choque. Para dimensionar a capacidade produtiva mensal foi realizado um estudo de tempos e movimentos, com o propósito de analisar os tempos do processo e definir a distribuição de trabalhadores para realizar esse serviço.

## Referencial teórico

### *Estudo de Tempos e Movimentos*

As empresas buscam aumentar a capacidade produtiva minimizando, controlando e padronizando o tempo de produção, dessa forma aumentavam a eficiência melhorando a cada dia seu desempenho. Uma das ferramentas utilizada para aumentar a produção e reduzir custos é o estudo de tempos e movimentos (SANTOS et al., 2017a; SANTOS; ALVES, 2017).

Frederick Taylor foi o introdutor do estudo de tempos em 1881, na usina Midvale Steel Company. Taylor decidiu tentar mudar o estilo da administração, fazendo com que os interesses dos trabalhadores e da empresa não conflitassem. Para tal realizou o estudo de tempos para determinar a produtividade justa e adequada. O estudo de movimentos teve início em 1885 por Frank B. Gilbreth e sua esposa

Lilian M. Gilbreth, eles introduziam melhorias nos métodos, substituindo movimentos longos e cansativos por outros curtos e menos fatigantes. Segundo Barnes (1977 p.1):

O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

O estudo de tempos e movimentos é uma forma de mensurar o trabalho de cada operador utilizando métodos estatísticos, pois faz uma análise detalhada de cada etapa do processo identificando os excessos e determinando o método mais eficiente para executá-lo. Esse estudo permite calcular o tempo padrão, em que estabelece os padrões e fornecem dados, define a produtividade, que é a capacidade de produzir, entre outros (MARTINS; LAUGENI, 2005; PEINADO; GRAEML, 2007).

### *Cronoanálise*

Gaither e Frazier (2002, p.9) afirmam que as “cronometragens eram usadas para definir com precisão a produção padrão por trabalhador em cada tarefa. O produto esperado em cada tarefa era usado para planejar e programar o trabalho e para comparar diferentes métodos de executar as tarefas”.

Para Santos et al. (2017b) a cronoanálise tem como objetivo verificar os tempos para a realização de uma dada tarefa, a partir da análise do histórico de medições, identificar tempos ociosos, capacidade de produção e dentre outros, assim aumentando a produtividade e a eficiência do processo. Ela é capaz de mensurar a necessidade real de recursos humanos e máquinas determinando se é necessário ou não

a utilização desses recursos (CINTRA et al., 2017).

### Avaliação do Ritmo

Barnes (1977) aborda alguns métodos para estabelecer o ritmo (também denominado velocidade) de um operador, pode-se citar como exemplos: o operador percorrer 4.827 metros com o tempo ideal internacional de uma hora, preencher uma tábua perfurada com trinta pinos em 25 segundos e a distribuição de 52 cartas em quatro pilhas iguais em 30 segundos. No método das cartas o operador deve sentar-se a mesa e distribuir de forma continua as cartas no sentido horário em quatro pilhas. Sendo cronometrado, esse procedimento deverá ser repetido por cinco vezes, descartando as duas primeiras medidas é possível fazer a média do tempo gasto do operador com as medidas subsequentes. O ritmo do operador é a obtido através da Equação 1:

$$V = \frac{TI}{TC}$$

### Equação 1

Onde:

V = velocidade do operador

TI = tempo ideal

TC = tempo cronometrado

Com a velocidade determinada em porcentagem é possível classificar o ritmo do operador, de acordo com a classificação abaixo:

V = 100% - velocidade normal

V > 100% - velocidade acelerada

V < 100% - velocidade lenta

### Determinação do Número de Ciclos

Segundo Martins e Laugeni (2005) e Peinado e Graeml (2007) para determinar o tempo de atividade não basta que seja realizada apenas uma cronometragem, é necessário realizar várias medições. Para determinar o número de ciclos ou cronometragens que devem ser realizados utiliza-se a Equação 2:

$$n = \left( \frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)$$

### Equação 2

Onde:

n = número de ciclos a serem cronometrados

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada

R = amplitude da amostra

$E_r$  = erro relativo da medida

$d_2$  = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

$\bar{x}$  = média da amostra

Para utilizar a Equação 2 é necessário realizar o cálculo da média da amostra  $\bar{x}$  e a amplitude da amostra R, para obter esses resultados é preciso realizar a cronometragem entre cinco e sete vezes. Também devem ser definidos os valores da probabilidade que varia entre 90% e 95% e do erro relativo desejado que varia entre 5% e 10%.

Os valores típicos para os coeficientes Z e  $d_2$  são apresentados nas Tabelas 1 e 2:

Tabela 7 - Coeficientes de distribuição normal

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2005, p. 88)

Tabela 8 - Coeficientes para calcular o número de cronometragens para distribuição normal

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_2$	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Martins e Laugeni (2005, p. 88).

### *Fator de Tolerância*

Slack, Brandon e Johnston (2015) definem tolerância como sendo o tempo básico permitido para que o operador se recupere dos efeitos físicos e psicológicos da realização de uma tarefa. Barnes (1977) afirma que essas interrupções podem ser classificadas em três tipos, sendo elas:

Tolerância pessoal – tempo reservado para as necessidades pessoais do operador, sendo classificada em primeiro lugar. Para definir a duração dessa tolerância deve ser considerado o tipo de trabalho, normalmente é utilizado entre 2% a 5% do tempo total de horas trabalhadas por dia.

Tolerância para fadiga – é o tempo reservado para o descanso do operador, após uma tarefa de esforço físico pesado. Quando o trabalho é pesado utiliza-se um intervalo no meio da manhã e no meio da tarde entre 5 (cinco) a 15 (quinze) minutos cada um.

Tolerância para espera – são esperas inevitáveis causadas por máquinas, operador ou fatores externos.

Segundo Martins e Laugeni (2005) as tolerâncias podem ser calculadas através da função do tempo de permissão que a empresa está disposta a conceder através da Equação 3:

$$FT = \frac{1}{(1 - P)}$$

### *Equação 3*

Onde:

FT = fator de tolerância

P = permissão

### *Tempo Normal e Tempo Padrão*

O tempo normal é simplesmente o tempo necessário para um operador qualificado executar uma operação com uma velocidade normal (BARNES, 1977). Esse tempo é obtido através da Equação 4:

$$TN = TC \times V$$

### *Equação 4*

Onde:

TN = tempo normal

TC = tempo cronometrado

V = velocidade

Slack, Brandon e Johnston (2015) definem tempo padrão como tempo utilizado para realizar um trabalho em condições específicas, considerando o tempo normal para o trabalho e tolerâncias para o descanso e relaxamento do operador. O tempo padrão é definido através da Equação 5:

$$TP = TN \times FT$$

### *Equação 5*

Onde:

TP = tempo padrão

TN = tempo normal

FT = fator de tolerância

### *Capacidade Produtiva*

Peinado e Graeml (2007) afirmam que capacidade mencionada separadamente está ligada ao sentido de medida de competência, volume máximo ou quantidade máxima de algo, essas informações são fundamentais para todos os tipos e níveis de organização. A capacidade produtiva é um aspecto dinâmico da capacidade, em que a dimensão tempo é adicionada.

Capacidade produtiva de uma empresa define o seu potencial máximo para produzir bens/serviços em um período de tempo sob condições normais, ou seja, expressa a quantidade ideal para a produção sem levar em consideração as eventuais perdas do processo (SLACK; BRANDON; JOHNSTON, 2015). A capacidade produtiva é dimensionada através da Equação 6:

$$CP = \frac{TD}{TP}$$

### *Equação 6*

Onde:

CP = capacidade produtiva

TD = carga horária diária de trabalho

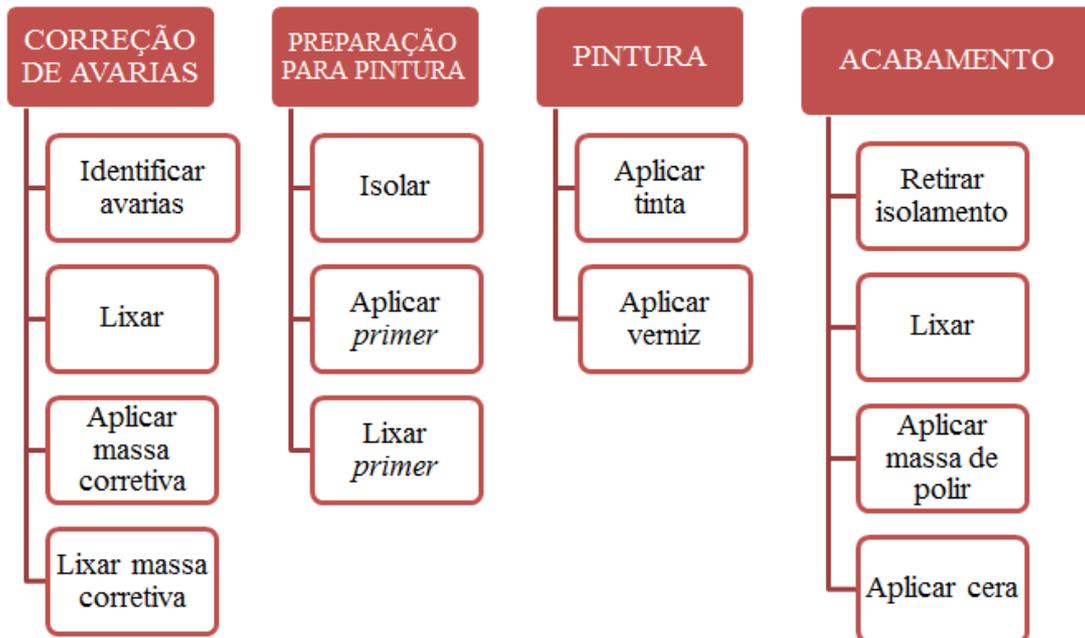
TP = tempo padrão

## Metodologia

Para realizar o estudo de tempos e movimentos primeiro foi construído um fluxograma registrando as atividades do processo de funilaria automotiva. Em seguida

as atividades foram agrupadas em quatro macro etapas, para a descrição do processo utilizou-se informações da própria empresa e do site do fornecedor de produtos. A Figura 1 apresenta as macro etapas do processo:

Figura 1 - Esquema das macro etapas do processo de funilaria do para-choque



Fonte: Própria autoria (2018).

Após a compreensão do processo produtivo, foram registrados em uma planilha os tempos utilizados em cada etapa do processo de funilaria em para-choques, proporcionando os dados necessários para o desenvolvimento do estudo de Tempos e Movimentos. Então foram iniciados os cálculos para dimensionar a capacidade produtiva da empresa, aplicando as equações apresentadas no referencial teórico para determinar o ritmo do operador, número de ciclos a serem cronometrados, gráficos de controle, fator de tolerância, tempo normal, tempo padrão e capacidade produtiva.

## Resultados e discussões

Para realizar a coleta das cronometragens para o cálculo do ritmo do operador foi escolhido o método das 52 cartas apresentado por Barnes (1977), em que os quatro funcionários distribuíram de forma contínua as cartas em quatro pilhas iguais. Cada funcionário realizou esse teste por sete vezes, conforme a orientação de Barnes (1977) foram excluídas as duas primeiras amostras. Para definir o ritmo do operador foi calculada a razão entre a média do tempo ideal de 30 segundos e o tempo cronometrado. A Tabela 3 mostra as cronometragens obtidas e o ritmo de cada operador.

Tabela 3 - Tempo cronometrado na distribuição das cartas e o ritmo do operador

Profissionais	Cronometragens (segundos)					Média	Ritmo (V)
	1º	2º	3º	4º	5º		
Trabalhador 1	28,84	29,79	27,59	27,75	27,85	27,73	1,08
Trabalhador 2	28,13	27,04	27,83	26,53	24,85	26,40	1,14
Trabalhador 3	26,73	28,05	29,73	29,02	29,33	29,36	1,02
Trabalhador 4	30,47	29,97	30,87	29,86	29,75	30,16	0,99

Fonte: Própria autoria (2018).

Analisando a Tabela 3 é possível verificar que somente o trabalhador 4 tem a velocidade lenta. Para o nosso estudo será considerado o ritmo do trabalhador 1, pois é o ritmo que está intermediário entre os três trabalhadores com ritmo acelerado.

#### Determinação do Número de Ciclos

Para a realização das cronometragens os processos foram avaliados seguindo as macro etapas apresentadas na Figura 1, nesta etapa foi utilizado um cronômetro digital e uma planilha para registro das anotações.

O tempo de espera foi calculado baseado na ficha técnica disponibilizada no site do fornecedor dos produtos utilizados pela empresa, sendo considerado o tempo de espera entre cada camada e o tempo de secagem do

produto. Devido o tempo de secagem de o verniz ser de 12 horas não foi considerado nesse estudo, pois enquanto aguarda a secagem do produto, o profissional realiza outras tarefas. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 4.

Para determinar o número de ciclos necessários a serem cronometrados, utilizou-se a probabilidade de 95% e erro relativo de 5%, o cálculo foi realizado utilizando a Equação 2, resultando em:

$$n = 5,45 \cong 5$$

São então necessárias cinco cronometragens para que o estudo de tempo deste processo seja satisfatório, sendo assim foram excluídas as amostras 1 e 2 por apresentarem respectivamente o menor e maior valor.

Tabela 4 - Tempo cronometrado para funilaria no para-choque

ETAPA	Cronometragens (minutos)							MÉDIA
	1	2	3	4	5	6	7	
Correção de avarias	40	24	35	32	60	18	23	33
Preparação para pintura	40	56	61	64	56	71	49	57
Pintura	21	56	34	15	15	13	37	27
Acabamento	10	25	9	9	23	14	24	16
Esperas	204	204	204	204	204	204	204	204
Tempo total	315	365	343	324	358	320	337	337
Amplitude	50							

Fonte: Própria autoria (2018).

#### Fator de Tolerância

A empresa do estudo concede uma permissão de tempo de 60 minutos ao longo das 8 horas diárias de trabalho, para que o funcionário se recupere dos efeitos físicos e

psicológicos do trabalho. O percentual que essa permissão representa pode ser calculado como:

$$P = \frac{TP}{TD} = \frac{60}{480} = 0,13$$

O tempo de permissão representa 13% da carga horária de trabalho diária, com o tempo de

permissão definido, foi realizado o cálculo do fator de tolerância utilizando a Equação 3, resultando em:

$$FT = \frac{1}{(1 - 0,13)} = 1,14$$

O fator tolerância utilizado no estudo será de 1,14, esse resultado significa que 14% do tempo total da jornada de trabalho são direcionados para o descanso do trabalhador.

#### *Tempo Normal e Tempo Padrão*

Para a definição do tempo normal foi utilizada a soma das médias dos tempos de cada etapa do processo e o ritmo do trabalhador selecionado, o cálculo foi realizado através da Equação 4, tendo como resultado:

$$TN = 337 \times 1,08 = 363,96$$

O tempo normal para um funcionário qualificado executar, em um ritmo normal sem considerar o tempo para as tolerâncias, o processo de funilaria do para-choque é de 363,96 minutos.

Para estabelecer o tempo padrão foi considerado o tempo normal e o fator de tolerância, ele é calculado através da Equação 5:

$$TP = 363,96 \times 1,14 = 414,91$$

O tempo padrão para o processo é de 414,91 minutos, esse é o tempo necessário para um profissional qualificado realizar os processos, considerando o tempo para as permissões do descanso do trabalhador.

#### *Capacidade Produtiva*

O potencial máximo de produção da empresa estudada é estabelecido através da razão entre a carga horária diária de trabalho e o tempo padrão definido no estudo, através da Equação 6:

$$CP = \frac{480}{414,91} = 1,15$$

A capacidade produtiva diária de um trabalhador na empresa estudada de realizar o serviço de funilaria é de 1,15 para-choques ao dia. Esse serviço representa 48% do faturamento mensal da empresa, através dessa

informação este estudo considerou que dois trabalhadores, que representam 50% da mão de obra disponível, irão se dedicar apenas ao reparo de para-choque. Para dimensionar a capacidade produtiva mensal foi considerado cinco dias de trabalho na semana por quatro semanas ao mês.

#### *CP mensal*

$$= 1,15$$

× (*quantidade de trabalhadores*)

× (*dias da semana*)

× (*semanas no mês*)

$$CP \text{ mensal} = 1,15 \times 2 \times 5 \times 4 = 46$$

De acordo com o estudo a capacidade produtiva mensal da empresa com relação ao serviço de funilaria é de 46 para-choques por mês. Na empresa do estudo não há divisão de funcionários por tipo de peça a efetuar o serviço, logo não há uma rotina de trabalho para a realização de um serviço específico. Segundo informações cedidas pelo proprietário da empresa, em média são realizados serviços de funilaria em 42 para-choques por mês. Por tanto a proposta do estudo de selecionar dois trabalhadores para realizar somente esse serviço é satisfatória, deixando ainda uma sobra de 9% do tempo total dos trabalhadores para os meses em que a demanda é mais alta.

#### **Conclusões**

Neste estudo o objetivo de dimensionar a capacidade produtiva mensal da empresa em realizar o serviço de funilaria em para-choque, foi alcançado. Utilizando ferramentas como fluxograma, determinação do número de ciclos, gráficos de controle, avaliação de ritmo do operador, fator de tolerância, tempo normal e tempo padrão. Com o resultado obtido através dessas ferramentas foi possível estabelecer que dois funcionários da empresa se dediquem exclusivamente a este serviço, atendendo completamente a demanda mensal da empresa para este serviço.

Através do dimensionamento da capacidade produtiva a empresa obteve dados para realizar:

- Padronização dos processos;
- Gerenciar recursos;
- Tomar decisões;
- Previsão para entrega dos serviços;
- Otimização dos processos.

Para alcançar melhores resultados no estudo de tempos e movimentos, recomenda-se que esse estudo seja realizado em todos os serviços que a empresa oferece. Desta maneira será possível dimensionar a capacidade produtiva total da empresa e empregar melhores métodos de trabalho em todos os processos, reduzindo custos e aumentando a produtividade.

Durante o estudo de tempos e movimentos identificou-se também a necessidade da empresa em obter um novo *layout*, com o objetivo de melhorar o atendimento aos clientes e organizar a distribuição do arranjo físico. O desenvolvimento desse *layout* pode ser identificado como proposta para trabalhos futuros.

## Referências

- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho**. 6. ed. São Paulo, SP: Blucher, 1977. 635p.
- CINTRA, K. M.; GUIMARÃES, H. M.; CUNHA, F. G.; FARIA, G.; MOREIRA, B. M. Aplicação do método de cronoanálise: um estudo de tempo e movimentos em um armazém. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, Juiz de Fora, MG, 2017. **Anais...** Juiz de Fora, MG: EMEPRO: 2017. p.624- 635.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2002. 598p.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2005. p.1-27.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba, PR: UnicenP, 2007. 748p.
- SANTOS, L. DE O; SILVA, F. F. DA; CAVALCANTE, B. G. L; BARBOSA, S. N. DA S. Estudos de Tempos: Análise da Capacidade Produtiva da Operação da Produção de Picolés. In: Encontro Mineiro De Engenharia De Produção, 13, Juiz de Fora, MG, 2017. **Anais...** Juiz de Fora, MG: EMEPRO, 2017a. p. 58.
- SANTOS, L. N. O.; NASCIMENTO, N. S. S.; CARDIAL, H. F. M.; SANTANA, A. S.; ALMEIDA, G. R. O. Aplicação da Cronanálise para melhoria do Processo Produtivo numa fábrica de Eletroeletrônicos. In: Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 37, Joinville, SC, 2017. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: ABEPRO, 2017b.
- SANTOS, T. S. dos; ALVES, L. F. Aplicação do estudo de tempos para a determinação da capacidade produtiva em uma pastelaria no município de Marabá – PA. In: Encontro Mineiro De Engenharia De Produção, 13, Juiz de Fora, MG, 2017. **Anais...** Juiz de Fora, MG: EMEPRO, 2017. p. 97.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2015. 698p.