

ANÁLISE DE TEMPOS E MÉTODOS APLICADOS NO CIM DIDÁTICO**ANALYSIS OF TIME AND METHODS APPLIED IN EDUCATIONAL CIM**Silas Ramos da Silva¹Silas da Silva Santos²Fernanda Cristina Pierre³**RESUMO**

Com o aumento da automatização e o crescimento das exigências por parte dos consumidores finais, tornou-se necessária a junção de ferramentas da qualidade com novas tecnologias na intenção de padronizar processos e ajustar os tempos de produção. O presente artigo buscou respaldo científico para a aquisição de dados contundentes quanto a aplicação de um estudo de tempos e métodos em um sistema didático de Manufatura Integrada por Computador (CIM). O método proposto para a aquisição de dados e potenciais melhorias foi realizar uma Cronoanálise, observando o tempo de trabalho em cada processo, modificando o número de bases de um sistema de transporte por esteira; essa variação foi de 4, 6 e 8 bases que visam levar componentes e produtos em suas respectivas áreas. Como resultado foi observado na variação de pallets uma diferença de tempo entre as mudanças, com uma amplitude de 5 segundos no cálculo de Tempo Normal; sendo 9 minutos com 8 e com 4 bases, já com 6 bases o resultado obtido foi de 8 minutos e 55 segundos.

Palavra-chave: Cronoanálise. Ferramentas da Qualidade. Manufatura Integrada por Computador.

ABSTRACT:

The increase of automation and demand growth from final consumers, made it necessary to join quality tools with new technologies in order to standardize processes and adjust production time. This paper sought scientific support for the acquisition of relevant data regarding the application of a study on time and methods in an educational Computer Integrated Manufacturing (CIM) system. Methodology for data acquisition and potential improvements was to perform a Cronoanalysis observing the working time in each process, modifying the number of bases in a conveyor system; this variation was of four, six and eight bases, which aim to take components and products in their respective areas. Results showed time difference among the changes in the variation of pallets, with a 5-second amplitude in the calculation of Normal Time; being 9 minutes with 8 and with 4 bases, regarding 6 bases the time was of 8 minutes and 55 seconds.

Key Words: Cronoanalysis. Quality Tools, Computer Integrated Manufacturing.

¹ Graduando do Curso de Produção na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, e-mail: allantomazela@gmail.com

² Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura). Fatec Botucatu

³ Professora na Faculdade de Tecnologia de Botucatu,

1. INTRODUÇÃO

Desde o início das atividades industriais, foram sendo criadas novas formas para realização dos processos produtivos, dando lugar às inovações tecnológicas que passaram a interferir tanto na maior fluidez do trabalho, quanto na interação entre os setores. Segundo Curzel et al. (2008) junto a novidade dos sistemas de produção, foram acrescentadas novas formas de controlar a capacidade de operação e a padronização dos serviços oferecidos.

De acordo com Andrade et al. (2016) e Neto (2016), a Tecnologia de Processos gira em torno de máquinas e equipamentos destinados a confecção de algum produto, que para tanto, todas as áreas precisam estar sincronizadas quantitativamente e qualitativamente objetivando um maior desempenho. É o que se percebe nas indústrias atualmente, uma constante busca por soluções que possam agregar ao produto e as equipes de trabalho um alinhamento produtivo e eficiente.

Coelho e Carvalho (2016) e Leão (2018) afirmam que, nessa busca por sincronia nas áreas de trabalho e para que sejam integrados máquinas, robôs e tecnologias de processo, foi criado o conceito Manufatura Integrada por Computador (CIM) que abrange todos os setores produtivos, interligados por sistemas de informação que gerenciam e controlam os bancos de dados referentes a cada setor. Todo o sistema é automatizado, não necessitando de intervenção humana, a não ser para manutenções preventivas. Por isso, é exigido um grande planejamento para a implantação dessa filosofia.

Existem empresas que se empenham na criação de sistemas CIM didáticos, facilitando a inclusão de professores e alunos de grandes instituições de ensino, nessas tecnologias. Esse suporte é importante para que os estudantes tenham conhecimento da automação envolvida no controle da qualidade, e na agilidade exigida pelas indústrias atualmente.

Nesse sentido, Vieira et al. (2015) tratam dos atributos de uma ferramenta da qualidade que aponta alguns caminhos para a melhoria no desempenho dos operadores denominada de Tempos e Métodos, que detalha todos os procedimentos e passos provenientes do produto que está sendo fabricado. Mello e Pavan (2017) apontam que esses dados também servem como base para controlar a demanda e o fluxo do produto em fase de produção.

Em Silva et al. (2016), foi pesquisado sobre a necessidade de se ter o domínio do tempo nas várias atividades que englobam a fabricação de um produto, utilizando como ferramenta a Cronoanálise. Trata-se de cronometrar os minutos de cada movimento dentro de um processo, que quando calculado uma média desses tempos, se tornarão indicadores de

desempenho e capacidade produtiva. Ainda, de acordo com Mesquita, Caixeta e Silva (2017), a cronoanálise também é utilizada para identificar gargalos e possíveis pontos de melhorias através dos dados coletados.

Devido o envolvimento do crescente volume de automatização nas indústrias nos últimos anos, por conta da concorrência e exigências de clientes e consumidores finais tem se tornado justificável trabalhar com ferramentas que possam garantir bons indicadores de qualidade e desempenho no processo produtivo. Para que seja possível medir tais atributos, é necessário que haja padronização nos meios de produzir, que para tanto foi utilizada a cronoanálise.

O estudo se justifica pelo uso da tecnologia empregada e pelos meios utilizados para se chegar num objetivo, visando melhores resultados de tempo num processo. Pois essa tem sido a constante busca pelas empresas desde sempre: procurar maneiras mais rápidas de se produzir algo sem desperdiçar insumos e tempo com movimentações que não agregam valor.

O objetivo deste artigo é analisar a melhoria de tempo na fabricação de um produto específico por meio de implantação da ferramenta Cronoanálise na máquina didática CIM de uma fabricante do ramo de automação. O equipamento está localizado em uma instituição de ensino superior, na cidade de Botucatu, Estado de São Paulo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a presente pesquisa estão interligados entre si, por se tratar de um sistema CIM. As ferramentas que compõem esse sistema são formadas por: 4 robôs, uma fresa de Controle Numérico Computadorizado (CNC), um sistema de transporte de cargas por esteira chamada *Transport*, e computadores munidos de softwares responsáveis pela integração e sincronia dos meios de produção.

Essas ferramentas compõem cinco locais de trabalho. Elas simulam a produção completa de um produto nomeado na máquina por *Desk Set*. As áreas por onde os componentes passam são almoxarifado (que também é usado como estoque e armazenagem), usinagem, qualidade, montagem e logística interna.

No almoxarifado, têm-se cinco andares de prateleiras, com 50 espaços numerados de baixo para cima; cada espaço contém componentes diferentes para a montagem do produto final, havendo 10 espaços livres para produto com defeito. Um robô que simula os movimentos de uma empilhadeira num depósito pega os componentes da prateleira e põem em uma das bases livres sobre a esteira, já sabendo o que há em cada espaço através de

sensores ligados a um software. O mesmo robô também pega os produtos acabados e semiacabados que chegam nos paletes da esteira e armazena ou estoca na prateleira (FIGURA 1).

Figura 1 Almojarifado/Estoque/Armazém



Fonte: Próprio Autor, 2018.

O setor de usinagem é composto por uma fresa CNC, controlada e operada por um robô. Enquanto que na qualidade é tratado da medição da peça que passou pela usinagem. A medição também é feita por um robô. Na área de montagem é onde um braço robótico monta o produto, conforme a ordem de produção.

O setor de logística Interna é a própria esteira que transporta para os demais setores os componentes e produtos acabados. A *Transport*, como é chamada, tem oito paletes móveis que ficam circulando com os componentes e que param em cada área de trabalho seguindo a montagem do produto.

O artigo em questão está diretamente ligado no estudo do tempo de fabricação desse produto, que para quantificá-lo foi usado um cronômetro digital para coletar as amostras e um smartphone para filmagem e uma análise mais detalhada do processo.

Com essas informações, a proposta foi verificar na variação do número de paletes da esteira, a quantidade que demanda o menor tempo possível. Portanto, o setor otimizado foi o de logística interna, pelo qual todas as demais áreas têm contato direto. Assim, o tempo gasto em cada processo foi somado ao transporte do componente ou produto, até chegar ao próximo destino.

Quanto à implantação da cronoanálise, está agregado ao trabalho o estudo de Tempos e Métodos, que visa utilizar os tempos medidos em cada processo e criar padrões quanto à duração de cada atividade. A velocidade da esteira e dos robôs foi a mesma para todas as

amostras, portanto, a diferença está apenas na quantidade de paletes, cuja a variação foi de 8, 6 e 4 unidades. Para que fosse possível obter uma média em cada mudança desses números, realizou-se três cronometragens.

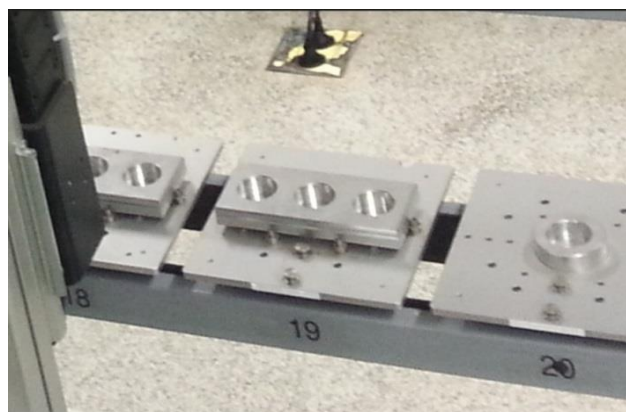
A primeira amostragem se inicia quando a esteira leva o primeiro palete no almoxarifado, onde um robô retira a base a ser usinada da prateleira e deposita no palete, a esteira o leva até o setor de usinagem. O tempo é tomado até a base chegar na usinagem.

A segunda contagem começa na chegada da peça na área de usinagem, onde um braço robótico recolhe a peça do palete e coloca na máquina fresadora CNC, acabando de realizar o processo de usinagem, o mesmo robô pega a peça e deposita no palete e a esteira o leva a outro robô que realizará o processo de inspeção da qualidade no produto. Quando a peça chegar na qualidade o cronômetro para.

No processo de qualidade, o tempo se inicia também com a chegada do produto no setor, onde será feito o controle dimensional da peça. Um robô retira a peça usinada do palete e faz a conferência da mesma, logo após, a devolve para que a esteira o leve; e chegando no estoque o tempo é pausado.

Quando o produto é apresentado ao estoque a cronometragem se inicia (FIGURA 2). O mesmo robô do almoxarifado retira a peça usinada e conferida do palete e estoca, simulando estar pronto um componente que possa ser vendido separadamente. Logo o robô transporta novamente a peça para o palete, em seguida também uma base para caneta é colocada na esteira para que ambos sejam levados até o setor de montagem.

Figura 2 Base usinada no setor de Estoque

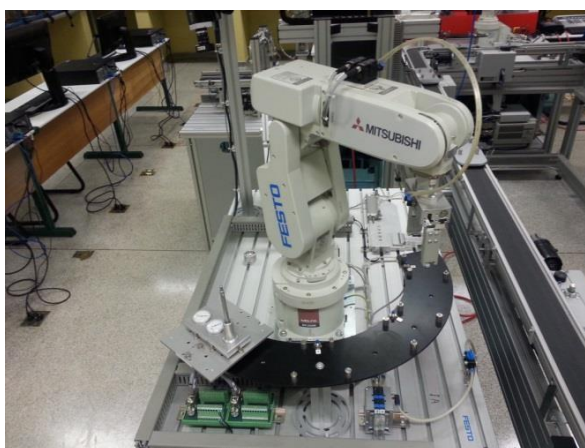


Fonte: Próprio Autor, 2018

A base usinada chega ao setor de destino e o tempo desse processo é iniciado. Em seguida, a base da caneta também se aproxima do setor e, na sequência, um braço robótico

retira ambas as bases de seus respectivos paletes. A montagem é a complementação das peças com alguns objetos que já estão em seu pequeno estoque. São dois relógios e uma caneta assim como a base da caneta, todos encaixados na base usinada. Terminando o produto, o robô deposita-o no palete para ser levado na área de armazenamento dando fim à produção do *Desk Set* (FIGURA 3).

Figura 3 *Desk Set* no setor de Montagem



Fonte: Próprio Autor, 2018.

Dadas às considerações quanto ao modo de medir os tempos, são incorporadas ao trabalho as fórmulas para a aplicação da cronoanálise baseando-se na obra de Peinado e Graeml (2007).

O primeiro passo para a implantação da cronoanálise nesse sistema é tomar os valores obtidos em cada setor e aplicar na Fórmula 1, que visa a obtenção do número de ciclos a serem cronometrados, onde:

N = é o número de ciclos a serem cronometrados, Z = coeficiente de distribuição, d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens, \bar{x} = média dos tempos por setor, R = amplitude das amostras e Er = erro relativo tolerável.

Fórmula 1:

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Seguindo com o estudo, o próximo passo foi avaliar o ritmo do operador que, por se tratar de instrumentos automáticos, a velocidade é padronizada, portanto foi considerada 100%. Se a atividade fosse realizada rapidamente, a porcentagem aumentaria; assim como o

contrário no caso lentidão.

A próxima etapa é definir as tolerâncias para os diferentes números de paletes. Essa parte visa à apresentação do tempo em minutos de inatividade ou de espera no processo. Para a conversão dos segundos em minutos foram somadas as amostragens de tempo para cada número de paletes, em seguida foi subtraído por 60 representando cada minuto, até que sobre um valor inferior a 60 que representará os segundos.

Fórmula 2:

$$FT = 1 + T_t / T_d, \text{ onde:}$$

FT = Fator de Tolerância; T_t = Tempo de Tolerâncias e T_d = Tempo Disponível.

O próximo passo é calcular o Tempo Normal (TN), que implica em multiplicar o TMO pela velocidade da operação e dividir por 100. A velocidade da operação é normal, portanto igual a 100%.

Fórmula 3:

$$TN = TMO * 100 / 100$$

Como resultado da equação para o cálculo do TN, tem-se o próprio TMO de cada variação na quantidade de paletes.

Posteriormente, foi calculado o Tempo Padrão, que visa a padronização no tempo de realização de uma determinada atividade, que para tanto foi incorporado o FT igual a 1% e a velocidade de operação normal.

Fórmula 4:

$$TP = TN * (1 + FT / 100) \text{ onde:}$$

TP = Tempo Padrão; TN = Tempo Normal e FT = Fator de Tolerância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando um tempo padronizado para a realização das atividades estudadas, serão apresentados os resultados dos cálculos de cada fórmula aplicada.

Para o preenchimento da fórmula 1, alguns dados foram coletados a partir da consulta de tabelas com valores predeterminados. Na Tabela 1, está disposto o Coeficiente de Probabilidade “Z”, que comumente na prática varia entre 90% e 95%. E a porcentagem utilizada foi de 95%, portanto o valor de Z utilizado foi 1,96.

Tabela 1 Coeficiente de probabilidade

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml 2007.

Os dados da Tabela 2 revelam os valores do coeficiente em função do número de cronometragens obtidas preliminarmente. No caso das 3 tomadas de tempo, o dado correspondente na tabela foi 1,693 que completou os dados da fórmula 1.

Tabela 2 Coeficiente em função do número de cronometragens

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	2,97	3,078

Fonte: Peinado e Graeml 2007.

Buscando então uma probabilidade de acerto de 95% e uma taxa de erro de 5%, os valores calculados podem ser arredondados para 1 cronometragem visto que para todos os setores e em todas as variações de bases, os resultados são menores que 1. Buscando, porém uma maior confiabilidade, os cálculos seguiram com 3 tomadas de tempo já feitas preliminarmente para cada número de bases. A aplicação da fórmula 1 para encontrar o número de ciclos estabeleceram os seguintes valores, dados na Tabela 3:

Tabela 3 Número de ciclos a serem cronometrados N^o

Setor	8 bases	6 bases	4 bases
Almoxarifado até Usinagem	0,340	0,590	0,647
Usinagem até Qualidade	0,210	0,053	0,044
Qualidade até Estoque	0,064	0,064	0,880
Estoque até Montagem	0,022	0,133	0,051
Montagem até Armazém	0,110	0,138	0,610

Fonte: Próprio autor, 2018.

Os dados da Tabela 4 revelam a precisão de um sistema CIM, pois há pouca variação de tempo com as três amostragens, o que tornaram fiéis as médias encontradas, dada a pouca amplitude. Esse número de bases é o maior possível e também o mais usual para o sistema,

pois dessa forma foi projetado. O Tempo Médio Observado (TMO) é a soma de todas as médias do sistema, que para esse número de pallets foi de 540,37 segundos.

Tabela 4 Amostras de tempos (em segundos) com 8 bases

Setor	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Almoxarifado até Usinagem	33	34,3	34,2	33,83
Usinagem até Qualidade	190,8	190,5	190,3	190,53
Qualidade até Estoque	82,8	78,5	78,6	79,97
Estoque até Montagem	75,9	76,4	76,3	76,20
Montagem até Armazém	168,1	162,1	163,7	164,63
Total	550,6	541,8	543,1	540,37

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Na Tabela 5, o valor do TMO foi de 535,96 segundos, ou seja, uma diferença de aproximadamente 5 segundos em relação a tabela com 8 bases. Os dados das tabelas de amostragens foram apresentados em segundos, pois no momento não são utilizadas informações em minutos, e assim apresentados torna-se possível o cálculo das médias.

Tabela 5 Amostras de tempos (em segundos) com 6 bases

Setor	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Almoxarifado até Usinagem	33,5	33,9	34,7	34,03
Usinagem até Qualidade	189,8	189,6	189,2	189,53
Qualidade até Estoque	78,1	77,8	78,1	78,00
Estoque até Montagem	76,1	75,8	75,5	75,80
Montagem até Armazém	157,8	158,9	159,1	158,60
Total	535,3	536	536,6	535,96

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Para as amostras com 4 bases, conforme a Tabela 6 obteve-se um TMO de 544,1 segundos. Esse tempo superior aos demais foi causado pela demora para atender a entrega dos componentes e produto acabado.

Tabela 6 Amostras de tempos (em segundos) com 4 bases

Setor	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Almoxarifado até Usinagem	34,5	34,3	33,8	34,20
Usinagem até Qualidade	193,5	191,1	191,7	192,10
Qualidade até Estoque	78,5	78,3	78,2	78,33
Estoque até Montagem	76,2	76,1	76,2	76,17
Montagem até Armazém	158,9	159,8	160	159,57
Total	541,6	539,6	539,9	544,1

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Os valores encontrados para cada número de pallets são em percentual. Portanto, os números calculados foram através da divisão do tempo total de paradas pelo tempo disponível que resultou para ambas as situações 1% de tolerância. A Tabela 7 apresentará os dados para essa etapa.

Tabela 7 Tempos em minuto para fator de tolerância

Setor	8 bases	6 bases	4 bases
Qualidade até Estoque	0,02	0,018	0,022
Estoque até Montagem	0,036	0,033	0,034
Tempo total de paradas	0,056	0,051	0,056

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Quando levado em consideração uma jornada de 8 horas, esses 9 segundos de amplitude se transformam em minutos, que se multiplicado por 23 dias de trabalho no mês resultam em 56,35 minutos.

Como resultado do tempo padrão foi encontrado o próprio Tempo Médio Observado convertido em minutos, que está disposto na Tabela 8.

Tabela 8 Tempo padrão em minutos

Número de Bases	8 bases	6 bases	4 bases
Resultados	9	8,55	9

Fonte: Próprio Autor, 2018.

A amplitude de 5 segundos em relação aos resultados apresentados no Tempo Padrão

aconteceu por conta da variação do número de bases. No caso do sistema com 8 bases em circulação, foi observado um congestionamento entre as paradas pelos setores, onde influenciou negativamente no tempo de ciclo. Com quatro bases no sistema, houve atrasos e espera para a entrega de componentes e produto acabado devido o número pequeno de atuantes em relação ao volume de produção somando também 9 minutos. A melhor situação ocorreu com seis bases, onde não foram vistos movimentos que atrapalhassem o processo, resultando em 8 minutos e 55 segundos.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no estudo de cronoanálise, foi eficaz a metodologia aplicada para melhorar o tempo de produção do produto *Desk Set*, fabricado pela máquina CIM. Os dados mostram que adotar seis bases móveis tornou-se a configuração mais adequada na busca por otimização da velocidade e fluidez para o transporte e distribuição de componentes e produto acabado.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. A. et al. O Impacto da Tecnologia nos Processos de Produção. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 3, p. 4-15, 2016. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2016&q=+O+IMPACTO+DA+TECNOLOGIA+NOS+PROCESSOS+DE+PRODU%2C%87%2C%83O.+Revista+Livre+de+Sustentabilidade+e+Empreendedorismo&btnG=>html>. Acesso em: 30 set. 2017.
- COELHO, F. J. S. CARVALHO, R.A. de. Estudo sobre o desenvolvimento e tendências futuras da Manufatura Integrada por Computador (CIM) através de análise bibliográfica e bibliométrica. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 3, p. 107, 2016. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2016&q=Estudo+sobre+o+desenvolvimento+e+tend%2C%87%2C%83O.+Revista+Livre+de+Sustentabilidade+e+Empreendedorismo&btnG=>html>. Acesso em: 30 set. 2017.
- CURZEL, J. L. et al. **Síntese e implementação de controle supervisorio em uma célula flexível de manufatura didática**. 2008. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&lr=lang_pt&as_sdt=0%2C5&q=Sistema+de+manufatura+didatica&btnG=>html>. Acesso em: 04 mai. 2018.
- LEÃO, W. Tecnologia de processos como estratégia de operações: avaliação e vantagens operacionais. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 4, 2018. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?as_ylo=2014&q=manufatura+integrada+por+co>

mputador&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>html. Acesso em: 25 abr. 2018.

MELLO, M. F. PAVAN, L. A. Análise de tempos e métodos no setor de embalagem em uma empresa produtora de erva-mate. **Engevista**, v. 19, n. 5, p. 1198-1212, 2017. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2014&q=estudo+de+Tempos+e+M%C3%A9todos+&btnG=>. Acesso em: 25 abr. 2018.

MESQUITA, J. V. CAIXETA, P. H. F.; DA SILVA MOREIRA, Elizete Maria. Aplicação do estudo de Tempos e Movimentos com Cronoanálise no processo de fabricação da balança para Sidecar. In: **Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura-CENAR**. 2017. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?as_ylo=2014&q=Cronoanalise&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em 26 abr. 2018.

NETO, M, B. R. Fordismo e ohnoísmo: trabalho e tecnologia na produção em massa. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 28, n. 2, p. 317-349, 2016. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2016&q=tecnologia+em+processos+produ%C3%A7%C3%A3o&btnG=>html. Acesso em: 30 set. 2017.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços**. Unicenp, 2007. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34490659/livro2folhas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1521859914&Signature=G0HACCzgaB7XUNvbcqtPwfujIC4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dlivro6.pdf.>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

SILVA, A. A. et al. O uso da cronoanálise para a classificação e medição de desperdícios em uma multinacional do setor de eletrônico. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 29, 2016. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?as_ylo=2016&q=cronoan%C3%A1lise+industrial&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>html. Acesso em: 30 set. 2017.

VIEIRA, S, R. R. et al. Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em Mossoró/RN. **Gestão e Sociedade**, v. 9, n. 23, p. 977-999, 2015. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2015&q=Estudo+Tempos+e+M%C3%A9todos+vieira&btnG=>html. Acesso em: 30 set. 2017.