

IMPORTÂNCIA DA CRONOANÁLISE NA GESTÃO DA PRODUÇÃO: UMA ANÁLISE EM UM SETOR DE FABRICAÇÃO DE PERFIL DE ALUMÍNIO

Andrielle Regina Krause (UTFPR) andrielirkrause@hotmail.com

Resumo

A cronoanálise ou estudo de tempos, apresenta uma grande importância na avaliação da capacidade do processo industrial e logístico de uma empresa, e também de influenciar nas tomadas de decisões da mesma. O presente trabalho apresenta como objetivo a análise e aplicação dessa ferramenta em um setor de fabricação de perfis de alumínio para montagem de portas, a fim de identificar o tempo necessário para a realização desse processo. Foi necessário primeiramente a divisão e conhecimento das etapas de fabricação, com o apoio de um cronometro e uma prancheta para coleta e organização dos dados. Foi possível assim, através dos cálculos de números de cronometragens (N) mensurar que apenas 3 coletas é suficiente para trazer um valor confiável, trabalhando com um erro relativo (Er) de 5%, e uma confiabilidade (Z) de 95%. A partir disso, encontrou-se um tempo normal (TN) equivalente a 1 minuto e 4 segundos, além da análise do fator de tolerância (FT) 1 minuto e 12 segundos para mensurar os tempos de paradas não planejadas e planejadas. Calculou-se o tempo padrão que correspondeu a aproximadamente 1 minuto e 58 segundos. Contudo, o trabalho permitiu entender e verificar a capacidade de produção do setor através do tempo padrão e cronoanálise, além da sua viabilidade e otimização de atividades e processos.

Palavras chaves: Cronoanalise, estudo de tempo, tempo padrão

1. Introdução

Com o aumento populacional, a demanda por produtos e serviços também aumentou de forma que as indústrias se preocupassem mais com o controle estatístico da produção. Aproveitar mais em menos tempo é um forte aliado para o desenvolvimento da organização, no entanto, produzir de acordo com o que o cliente pede de forma puxada (zero estoque) se tornaram primordial e vantajoso em relação á produção que gera estoque e perdas de maneira empurrada, assim ficará mais fácil atingir o principal objetivo da empresa.

Para alcance desse foco utiliza-se a prática do controle da qualidade total, reconhecendo e atendendo as necessidades das pessoas, a fim de melhorar e otimizar padrões que atendem essa necessidade baseada em estratégias bem elaboradas (FALCONI, 1992). Na área industrial essa preocupação com o controle da produção aumentou muito com aumento e variabilidade de produtos sendo necessário saber exatamente quanto uma indústria produz em determinado tempo para aumentar lucros e otimizar processos, auxiliando em suporte a tomada de decisões e aplicações de ferramentas de qualidade capaz de garantir um equilíbrio entre operações. Diante desse contexto, a análise de tempo ou cronoanalise determina a capacidade, controla a

ociosidade, e evidencia assim as necessidades dos operadores e máquinas. A partir dessa análise surge os indicadores numéricos que acompanha como a fluxo de produção se comporta no dia a dia, determinando caminhos futuros para a organização. O trabalho aqui apresentado objetiva mostrar um estudo breve sobre a introdução da cronoanálise dentro de uma organização de produção de perfis de alumínio para montagem de portas, a fim de avaliar seu tempo padrão do início ao fim do ciclo, identificando a importância da ferramenta.

2. Referencial Teórico

2.1. Estudo de tempos e métodos

Para a Nortegubisian (2018), a metodologia estudo de tempos e métodos “é o estudo dos sistemas de trabalho que possui o objetivo de desenvolver e padronizar o método de trabalho mais adequado e determinar o seu tempo padrão”. Uma ferramenta muito importante atribuída ao sistema lean capaz de otimizar processos e auxiliar em uma boa gestão de recursos e capacidade produtiva. A cronoanálise ou estudo de tempos, auxilia as indústrias a mensurar o tempo de uma operação ou ciclo de operações. “Cronoanálise é uma forma de mensurar o trabalho por meio de métodos estatísticos permitindo calcular o tempo padrão que é utilizado para determinar a capacidade produtiva da empresa, elaborar programas de produção” (PEINADO; GRAEML, p.86, 2007).

Segundo Chiavenatto (p.60, 2005) “o tempo padrão representa o nível de produção atribuído a cada trabalhador ou tarefa em um determinado período [...] calculado por meio do estudo de trabalho que é geralmente realizado pelo órgão de Engenharia Industrial”. Essa ferramenta foi introduzida por Teylor em 1930, no auge da industrialização capacitando as organizações a administrar melhor seu tempo, utilizando métodos capazes de verificar a capacidade e aumentar a produtividade. Para Francischini estudo de tempo prioriza objetivos como métodos de custo baixo, padronização, relatando o tempo que uma pessoa qualificada e treinada executando atividades em um ritmo normal leva para executar uma atividade específica.

Lima (2016) relata que esse método “trata-se de uma técnica muito comum em ambientes industriais com tarefas repetitivas, sendo empregada para determinar metas de produção, estimar a capacidade produtiva determinar custos de mão de obra”. A cronoanálise identifica e objetiva em seguintes termos: eliminar operações desnecessárias; padronização; redução de custo de produção; aperfeiçoar ferramentas; definir capacidade produtiva; tempo padrão para execução de operações. O estudo de tempo se vincula a três importantes pilares: engenharia de

métodos, projeto de trabalho, e ergonomia. Dentro da engenharia de métodos a preocupação com melhoria e desenvolvimento de processos além dos equipamentos para dar suporte a manufatura em seus locais de trabalho, leiaute, movimentação. No projeto de trabalho o objetivo é definir a maneira que ocorre o envolvimento das pessoas com seus respectivos trabalhos intercalando o método de trabalho, tecnologia utilizada que podem influenciar no relacionamento em si. Já a ergonomia relata a adaptação do trabalho ao homem ou vice-versa, além do equipamento e ambiente aplicando-se conhecimento de anatomia, fisiologia e psicologia na solução de problemas.

2.2. Etapas da Cronoanálise

A cronoanálise se identifica como um estudo aprofundado em um processo de fabricação e exige algumas etapas a serem seguidas para que seu resultado seja confiável. A primeira delas ressalta a observação e análise do processo, a identificação das atividades e conhecimento das operações como um todo auxilia na coleta de informações. A utilização de alguns materiais é de extrema importância e precisão na coleta de informações:

- a) Filmadora: a filmadora é de grande eficácia pois permite rever o que já foi executado para tirar dúvidas. Sua vantagem é registrar fielmente movimentos além de diminuir a tensão do operador de ser analisado por alguma outra pessoa (PEINADO; GRAELM, 2007);
- b) Prancheta: Quando a coleta for realizada pelo cronoanalista a utilização da prancheta é de uso comum para melhor organização das documentações;
- c) Folha de observação: é um documento estruturado de acordo com a necessidade de o indivíduo organizar e anotar os tempos cronometrados, ela pode variar de acordo com a empresa ou tipo de departamento ou função;
- d) Cronometro: Por último e mais importante a utilização do cronometro para registrar o tempo em segundos de determinada operação.

Nas observações e análise do processo devem-se dividir as atividades para melhores coletas identificando os tempos de setup e parada para atender necessidade dos operadores. No entanto, há algumas regras que segundo Peinado e Graeml (pg.97, 2007) determina:

1. Separar o trabalho em partes, de maneira que sejam mais curtas possíveis, mais longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronometro. A prática obtida, na realização de inúmeros processos de cronoanálise em várias empresas indica que o tempo mínimo a ser medido deve ser superior a cinco segundos.
2. As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado. Em outras palavras o trabalho operador é do operador e o trabalho da máquina e da máquina.
3. Definir o atraso ocasionado pelo operador e pelo

equipamento separadamente. Após análise do processo, padronização e separação das atividades, é importante calcular número confiável de amostras para se obter informações necessárias para o cálculo do tempo normal (TN), tempo padrão (TP) e fator de tolerância (FT). A padronização das operações aplica-se através da divisão das tarefas detalhadas a serem feitas pelo funcionário junto com os movimentos do corpo, qualidade da matéria prima, e ferramentas (ROCHA; NAVARO, 2014).

2.3. Números de Ciclos e Coeficiente de Variação

Coletar um número exato de tempos e avaliar se esse número é suficiente para trazer um valor concreto e confiável necessita de um cálculo de acordo com a fórmula da equação 1 (PEINADO; GRAEML, 2007):

Equação 1

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

Onde:

Z= coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;

R= amplitude da amostra;

Er= erro relativo da amostra;

D2= coeficiente em função do número de cronometragens preliminares;

X= média dos valores.

N= número de ciclos a serem cronometrados;

Com base nessa fórmula é possível identificar se foi realizado um trabalho eficaz, aonde dependerá das médias dos tempos coletados, a amplitude da amostra, o coeficiente que corresponde a um número de cronometragens, erro relativo que determina alguma variância no processo e o coeficiente de distribuição normal. Segundo Peinado e Graelm (2007, p. 98) relata que “na prática costuma-se utilizar probabilidade para um grau de confiabilidade da medida entre 90% e 95%, e erro relativo aceitável variando entre 5% e 10%”. A tabela 1 representa os coeficientes de cada porcentagem de confiabilidade:

Tabela 1: Coeficiente de distribuição normal.

Probabilidade	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml, (2007).

Também é utilizado um coeficiente que varia de acordo com o número de cronometragens iniciais para o cálculo determinar se os tempos coletados a partir deste índice é válido ou não, a tabela 2 demonstra tais índices:

Tabela 2: Coeficientes d₂ para as cronometragens iniciais.

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: Peinado e Graeml, (2007).

A amplitude da amostra (R) é calculada subtraindo o maior pelo menor valor das coletas, a fim de identificar a dimensão do tempo ocorrido para concluir o processo inteiro ou apenas uma atividade. Já o erro relativo (ER) determina o limite de erros que podem ocorrer durante o processo de cronoanálise, para demonstrar um valor mais exato mesmo com imprevisto variando em torno de 5%. Com tudo a média (X) dos valores também será de grande valia para o cálculo probabilístico.

2.4. Tempo Normal e Tempo Padrão

Para Paiva et.al. (2015, p.4) entende-se como tempo normal “o tempo que o operador gasta para executar a operação normalmente, uma vez que considera as limitações e habilidades do mesmo, já que tem fatores que influenciam na velocidade”.

Em um processo de coleta e medição, independente se seja máquina ou homem devemos identificar a velocidade que o objeto ou indivíduo trabalha em seu posto para dar mais credibilidade aos valores. Para Peinado e Graeml (2007) este processo de avaliação do operador compara através de critérios que estabelece um ritmo normal de um ritmo acima ou abaixo do normal. Velocidade acima do normal com valores acima de 100% se identifica quando o operador trabalha muito rápido, exemplos disso seria o início da semana, momento de repreensões vindas de um superior, nervosismo pela presença do cronoanalista, ou também para mostrar produtividade. Velocidade a baixo de 100% ou abaixo do considerado normal ocorre em situações como fadiga do operador, falta de prática na realização das atividades. Dentro desses parâmetros é calculado o tempo normal conforme a fórmula da equação 2.

Equação 2

$$TN = TC \times v$$

Onde:

TN= Tempo normal

TC= Tempo cronometrado

V= Velocidade

O tempo normal é calculado a partir do valor cronometrado multiplicado pela velocidade do operador. A eficiência e os tempos de produção são influenciados pelo fluxo de material dentro da empresa, processo, tecnologia, além de características e variações que ocorrem no dia a dia envolvendo a capacidade e força de vontade de cada colaborador (COTIAN). Em todo processo de coleta de tempos deve-se determinar um fator de tolerância que equilibra e ajusta o tempo padrão de forma mais real de acordo com as possibilidades de cada organização. Peinado e Graeml determina o calculo do fator de tolerância através da equação 3:

Equação 3

$$FT = 1 / 1 - p$$

Onde:

FT= Fator de tolerância

p = tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho (% tempo ocioso).

Para Paiva (2015) toda coleta de tempo é influenciada pelo fator de tolerância que nada mais é os tempos acrescentados ao tempo normal de uma operação com pausas do trabalhador, fadigas, necessidades pessoais e setup. Segundo Peinado e Graeml (2007, p.101) relata que “uma vez determinado o tempo normal que é o tempo cronometrado ajustado a uma velocidade ou ritmo normal, será preciso levar em consideração que não é possível um operador trabalhar o dia inteiro”. Assim o valor do tempo padrão conforme equação 4, multiplica o tempo normal pelo fator de tolerância abrangendo essas paradas planejadas e nao planejadas:

Equação 4

$$TP = TN \times FT$$

Onde:

TP= Tempo padrão

TN= Tempo normal

FT= Fator de tolerância

Segundo Chiavenatto (2005, pg. 60) “o tempo padrão representa o nível de produção atribuído a cada trabalhador ou tarefa em um determinado período [...] calculado por meio do estudo de trabalho que é geralmente realizado pelo órgão de Engenharia Industrial”.

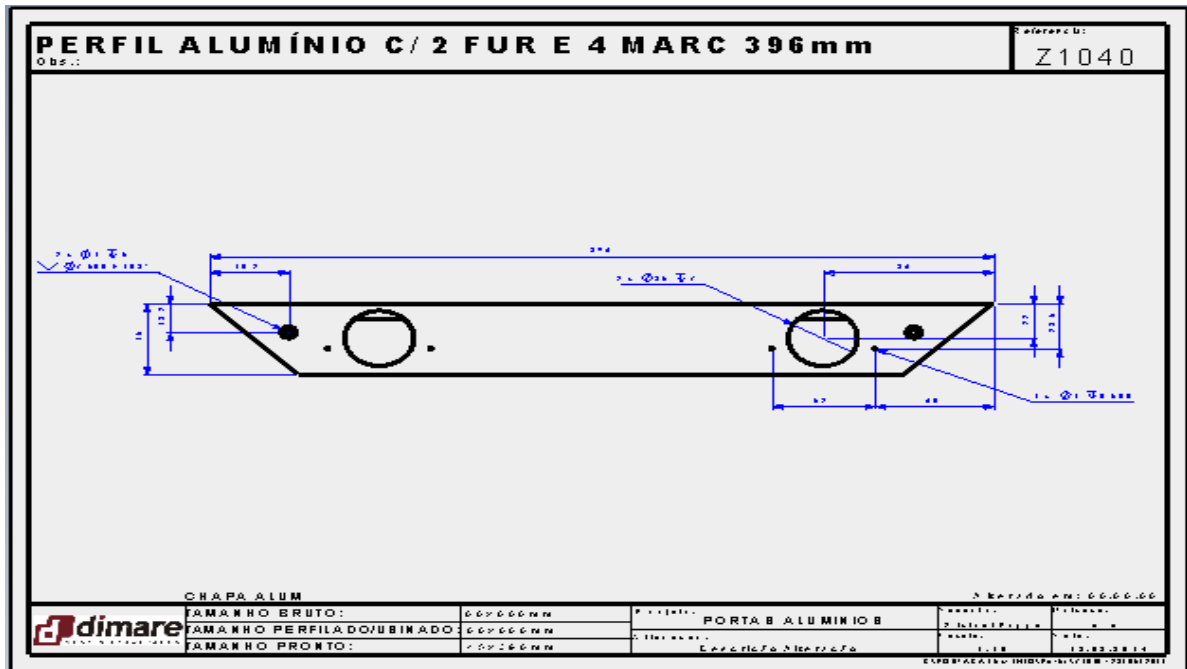
3. Material e Métodos

O presente estudo se caracteriza pelo levantamento de dados de uma produção de perfis que posteriormente serão acoplados em frontais (portas) de alumínio. Inicialmente foi estudado o processo de fabricação para detectar qual o melhor método de se aplicar a cronoanálise identificando falhas e os elementos da manufatura para facilitar o trabalho. O método quantitativo e exploratório fez parte do trabalho metodológico para aprofundamento de dados. O material utilizado para coleta de dados foi a utilização de um cronometro capaz de coletar informações em segundos onde precisou transformar os números de segundos para minutos tornando mais fácil os cálculos da ferramenta, além de uma folha de verificação para registros dos tempos. Essa relação da cronoanálise e estudo de tempos abrange grandes melhorias no setor produtivo e oportunidade de mudanças e aumento da produtividade.

4. Resultados e Discussão

O processo se inicia pelo corte do perfil; após isso é repassado ao lixamento para retirar rebarba e alinhamento do material; furação; e furação do caneco (o processo de furação do caneco são dois furos usinados um em cada ponta para após o a montagem da frontal inserir a dobradiça ao qual permite a movimentação da porta no suposto modulo); adiante o perfil é levado a limpeza e posterior a embalagem. A figura 1 é uma demonstração clara antes da montagem já com o perfil e o caneco furado e lixado, a imagem é extraída da ferramenta de projetos utilizado pelo setor de engenharia da empresa x.

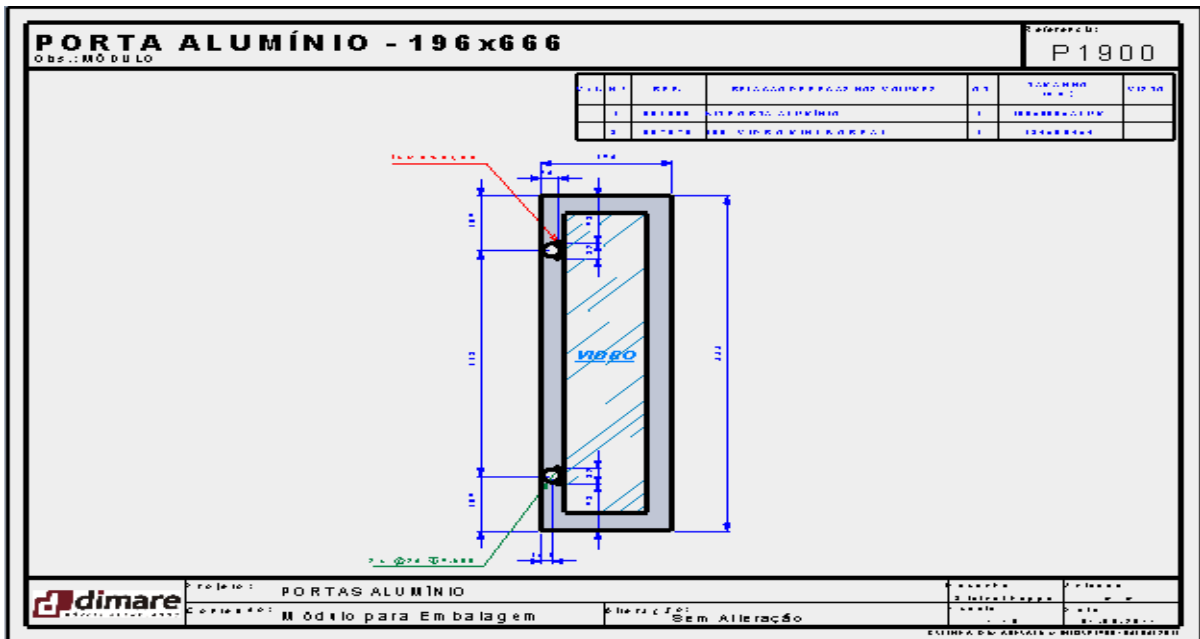
Figura 1: Perfil de alumínio



Fonte: Nova Doc Solid Marel (2018).

A figura 2 identifica o projeto com a porta finalizada onde todos os perfis são montados na residência do cliente, nota-se que o furo do caneco se encontra apenas em um dos lados da porta, onde as dobradiças serão encaixadas no modulo (balcão).

Figura 2: Projeto porta de perfil.



Fonte: Nova Doc Solid Marel(2018).

Após a descrição e conhecimento do processo, é necessário a análise do tempo do operador coletando entre 5 ou 7 amostras preliminares a fim de definir o número de ciclos como mostra o quadro 1.

Quadro 1: Coleta de tempos preliminares.

	DADOS EM MINUTOS					DADOS EM SEGUNDOS				
	coleta 1	coleta 2	coleta 3	coleta 4	coleta 05	coleta 1	coleta 2	coleta 3	coleta 4	coleta 05
Cortar perfil	0,500	0,330	0,500	0,500	0,52	30	19,8	30	30	31,2
Lixar perfil	0,250	0,233	0,267	0,250	0,233	15	14	16	15	13,98
Furar perfil	0,320	0,360	0,280	0,330	0,36	19	21,6	16,8	19,8	21,6
furar caneco	0,080	0,090	0,100	0,090	0,08	5	5,4	6	5,4	4,8
Limpar	0,100	0,150	0,140	0,140	0,13	6	9	8,4	8,4	7,8
Embalar	0,180	0,160	0,170	0,170	0,160	11	9,6	10,2	10,2	9,6
TOTAL	1,430	1,323	1,457	1,480	1,483	86	79,4	87,4	88,8	88,98

Fonte: Autores, (2018).

As 5 coletas totalizaram 30 tempos, ao qual foi realizada com apoio do cronometro fornecendo informações em segundos necessitando da transformação para minutos, com isto foi dividido o tempo por 60 segundos. Para chegar no número de ciclos(N) necessários e confiáveis da análise de tempo calculamos:

- Media (x) do tempo total do processo nas 5 amostras resultando em 1,43 minuto;
- Coefficiente de distribuição normal para uma probabilidade com confiança (Z) de 95%, em relação a tabela dessa porcentagem representa 1,9. A empresa optou por usar 95% de confiabilidade pois acredita que pode ocorrer alguma margem de erro entre os 5% restantes;
- Amplitude da amostra (R) onde subtrai-se o maior valor pelo menor totalizando 0,160;
- O erro relativo (Er) de 5% representando 0,05 para apurar uma margem de erro perante os processos e cálculos;
- E por último o coeficiente em função do número de cronometragem realizado (D2) representando 2,326 segundo a tabela 2.

Após a junção de todas as informações necessárias, foi inserido na equação 1 trazendo os seguintes resultados:

$$N = \left(\frac{1,96 * 0,16}{0,05 * 2,326 * 1,4346} \right)^2 = 3,24$$

Em relação as 5 amostras apresentadas foi possível identificar com a fórmula detectar que 3,24 ou 3 amostras já são suficiente para um tempo cronometrado com 95% de confiabilidade apresentando uma media dos processos de 1,40 minuto segundo o quadro 2.

Quadro 2: Números tempos calculados.

	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	MÉDIA
Cortar perfil	0,500	0,330	0,500	
Lixar perfil	0,250	0,233	0,267	
Furar perfil	0,320	0,360	0,280	
furar caneco	0,080	0,090	0,100	
Limpar	0,100	0,150	0,140	
Embalar	0,180	0,160	0,170	
TOTAL	1,430	1,323	1,457	1,403333

Fonte: Autor (2018).

A partir desses dados é necessário calcular o tempo normal (TN) e o tempo padrão (TP) para executar a fabricação do produto final. O tempo normal foi calculado a média dos três tempos coletados quantificando 1,40 minuto, esse valor multiplicado pelo ritmo de trabalho 1 que representa 100% representando 1,40 minuto como mostra a equação 2:

$$TN = 1,4033 * 1$$

$$TN = 1,4033 \text{ minutos}$$

Calculado o tempo normal do processo é necessário mensurar o fator de tolerância, pois sabemos que todas as atividades e máquinas têm suas necessidades para respeitar durante o horário de expediente, nenhum operador consegue trabalhar sem realizar setup em suas operações, ir ao banheiro, ter seu descanso. Com base nisso identificamos os tempos e paradas de intervalo:

- a) Paradas para alongamento: 10 minutos;
- b) Banheiro: 15 minutos;
- c) Setup: 30 minutos
- d) Tempo de trabalho: 1 dia = 8 h = 480 minutos.

Diante das informações obtidas o nosso tempo total de trabalho em um dia totaliza 480 minutos, além de 10 minutos para banheiro, 30 minutos setup e alongamento 10 minutos somando 55 minutos. Jogando na fórmula encontramos o valor de 1,129 para o fator de tolerância.

$$F = \frac{1}{1-P}$$

$$F = \frac{1}{1-(55/480)}$$

F = 1,129

$$TP = TN * FT$$

$$TP = 1,403 * 1,129$$

TP = 1,5839 minutos

Mensurado o tempo normal e o fator de tolerância conseguimos encontrar o total do tempo padrão para o processo, conforme a fórmula, que foi de 1,5839 minutos.

5. Conclusão

Com base nas pesquisas bibliográficas é possível identificar a importância dos estudos de tempo e máquinas para uma melhor compreensão e controle do processo produtivo. O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa fabricante de perfis de alumínio para montagem de portas onde identificou-se o fluxo de processos e fabricação de produtos. Nota-se que os cálculos da cronoanálise auxiliaram para a determinação do tempo padrão de 1,59 minuto aproximadamente identificando os tempos de paradas como setup, alongamentos, e ida ao banheiro. Dados representativos que possuem capacidade de mostrar a realidade de uma organização ao qual determina valores confiáveis para um planejamento estratégico focado na organização de tempo e dinheiro, diminuindo perdas e atacando os problemas pela raiz.

6. Referencias

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de Materiais - Uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

COTIAN, Luiz Fernando Paulista. Tempo Padrão. Disponível em <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAABh8YAK/tempo-padrao>>. Acesso em 08 de fevereiro de 2019.

FALCONI, Vicente Campos. **TQC Controle da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Otooni, 1992.

GRAEML, Alexandre Reis; PEINADO, Jurandir. **Administração da Produção-Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP. 2007. 750p.

LIMA, Rafael. **Aprendendo Gestão**. 2016. Disponível em: <<http://aprendendogestao.com.br/introducao-a-cronoanalise/>> Acesso em: 22 de Agosto de 2018.

NORTEGUBISIAN. **ETM para Análise de Produtividade e Capacidade de Pcessos**. 2018. Disponível em: <<https://www.nortegubisian.com.br/blog/etm-para-analise-de-produtividade-e-capacidade-de-processos>>. Acesso em 08 de fevereiro 2019.

PAIVA, Lucas Pimenta Silva; et al. **Estudo de tempos e movimentos: análise do processo produtivo em uma fábrica de jeans no sudoeste de Minas Gerais**. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_213_263_26751.pdf>. Acesso em 08 de fevereiro de 2019.

ROCHA, Juliana Aparecida Vieira; NAVARRO, Alexandre. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá**. 2014. Disponível em:<<http://www.saepr.ufrv.br/wp-content/uploads/2014.15.pdf>> Acesso em agosto de 2018.