

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

## **ESTUDO DO TEMPO: UM DIAGNÓSTICO DO LEAD TIME EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

### **TIME STUDY: A LEAD TIME DIAGNOSIS IN A METALLURGICAL INDUSTRY**

Jônatas Back Rodrigues e Renata Coradini Bianchi

#### **RESUMO**

Este artigo se constitui como um estudo de caso acerca de descrever o processo produtivo de uma indústria metalúrgica e ainda tem como objetivos: estabelecer a divisão das operações em elementos; realizar a cronometragem preliminar; e efetuar o estudo de tempo dos principais produtos da fábrica no processo produtivo, identificando os tempos médios, normal e padrão, em uma indústria metal mecânico localizada na cidade de Santa Maria/RS. Com foco na definição do tempo padrão das operações e produtos, através das ferramentas de cronoanálise e cronometragem. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, questionários semiestruturados e observação in loco com o auxílio de cronômetro e preenchimento da folha de observações. Os resultados demonstram a definição do tempo padrão e sugestões para a melhoria do processo produtivo. A conclusão indica que essa quantidade de tempo é necessária para desenvolver as operações. Entretanto, com as sugestões propostas, esse tempo pode ser melhorado para minimizar o *lead times* do processo produtivo, buscando melhoria contínua com os sistemas de tempos pré-determinados, estabelecendo o tempo meta com objetivo de diminuir o tempo padrão e *lead times*, a diminuição do tempo de entrega do produto acabado, para assim aumentar a satisfação do cliente.

**Palavras-chave:** Estudo de Tempo, Tempo-padrão, Indústria metalúrgica, Lead time, Processo produtivo.

#### **ABSTRACT**

This article constitutes a case study about describing the productive process of a metallurgical industry and also has as objectives: to establish the division of operations into elements; Perform preliminary timing; And to carry out the time study of the main products of the plant in the production process, identifying the average and normal times in a metalworking industry located in the city of Santa Maria / RS. Focusing on the definition of the standard time of operations and products, through chronoanalysis and timing tools. The data were collected through interviews, semi-structured questionnaires and on-site observation with the help of a chronometer and filling in the observation sheet. The results demonstrate the definition of the standard time and suggestions for the improvement of the productive process. The conclusion indicates that this amount of time is required to develop the operations. However, with the suggested suggestions, this time can be improved to minimize the lead times of the productive process, seeking continuous improvement with the systems of predetermined times, establishing the target time in order to reduce the standard time and lead times, the decrease Of the delivery time of the finished product, in order to increase customer satisfaction.

**Keywords:** Time study, Standard time, Metallurgical industry, Lead time, Production process.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente artigo é um estudo sobre a área da administração da produção tratando mais especificamente sobre o estudo de tempos dos processos por produto na indústria metalúrgica. A administração da produção e operações por sua vez, pode ser conceituada como a administração do sistema de produção de uma organização que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização (GAITHER E FRAZIER, 2002, p.05). Além disso, o processo de manufatura por sua vez é caracterizado pelo fenômeno que transforma matérias-primas em bens que possuem forma física e são conhecidos como produtos. A finalidade do estudo de tempo, segundo Martins e Laugeni (2005) está relacionada com as medidas de tempos que trazem dados consideráveis para diversas funções pertinentes à produção, como preparar os programas de produção e também propiciar o planejamento da produção que, por conseguinte, possibilita uma máxima eficácia na utilização dos recursos disponíveis, análise e definir a capacidade de produção entre outras.

Peinado e Graeml (2007) também defendem que o estudo de tempo busca obter como resultado um padrão de referência que é considerado importante no desenvolvimento de algumas atividades dentro da empresa, tais como permitindo calcular o tempo padrão que é utilizado para definir a capacidade produtiva da empresa, elaborar programas de produção e determinar o valor da mão de obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV), dentre outras aplicações.

O estudo foi realizado em uma indústria metalúrgica do setor metal mecânica e prestadora de serviços em usinagem, fabrica eixos, fresas, engrenagens, cilindros hidráulicos e caixas de transmissão, bem como projetos especiais de peças e componentes para indústrias de máquinas agrícolas. Neste contexto, o presente artigo se constitui como um estudo acerca de descrever o processo produtivo de uma indústria metal mecânica e ainda tem como objetivos: estabelecer a divisão das operações em elementos; e efetuar o estudo de tempo dos principais produtos da fábrica no processo produtivo, identificando os tempos médios, normal e padrão.

O artigo possui a seguinte estrutura: o capítulo dois aborda a parte conceitual da área da administração da produção e operações relacionando-a com a prática, alvo deste estudo. Subsequentemente, segue o capítulo três que aborda a metodologia e capítulo quatro descrições das operações da indústria metalúrgica e apresentam-se os resultados obtidos do estudo de tempos no processo produtivo em uma empresa da indústria metalúrgica. Por fim, apresentam-se as considerações finais do artigo.

## 2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O modo como são administrados os recursos produtivos é essencial para que possibilite um crescimento estratégico para competir no mercado que está crescentemente globalizado, tecnológico e competitivo. Segundo Chase, Jacobs e Aquilano (2006), a competitividade de uma empresa se refere à sua posição relativa em comparação com as outras empresas no mercado local ou global. A administração da produção é para gerir matérias-primas, recursos humanos, equipamentos e instalações para o desenvolvimento de um produto ou serviço. Neste sentido, Moreira (2012), considera a administração da produção e operações como estudo de técnicas e conceitos aplicáveis à tomada de decisões nas funções de produção (empresas industriais) e operações (empresas de serviços). Os conceitos e técnicas que fazem parte do objetivo da administração da produção referem-se às funções administrativas clássicas (planejamento, organização, direção e controle) adequadas às atividades envolvidas com a produção física de um produto ou à prestação de um serviço. De acordo com Gaither e Frazier (2002) e Moreira (2012), a administração da produção evoluiu até a sua forma presente adaptando-se aos desafios de cada nova era. A administração da produção atual é uma

interessante combinação de práticas consagradas do passado e de uma busca de novas maneiras de gerenciar sistemas de produção.

O sistema produtivo, além de todos os fatores descritos até agora e todas as possibilidades de acompanhamentos e medidas, também é definido e influenciado pela natureza do processo. As unidades produtivas variam de acordo com as características do produto transformado e suas necessidades de transformação. Segundo Moreira (2012, p.8) define-se “sistema de produção” como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas abrangidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços. O sistema de produção é em essência teórica, porém bastante útil para dar uma ideia de totalidade. Salienta Moreira (2012, p.8) que: “Distinguem-se ainda no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais. São eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle”.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), explicam que qualquer operação que produz bens ou serviços, ou um misto dos dois, faz isso por um processo de transformação e, por transformação, entende-se o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir outputs. Segundo Martins e Laugeni (2005), sintetiza, a produção envolve um conjunto de recursos de input usado para transformar algo ou para ser transformado em outputs de bens ou serviços, onde pode-se definir sua composição como: *inputs*, transformação, *outputs* e subsistema de controle.

Os insumos são o conjunto de todos os “fatores” necessários para a fabricação de um produto os recursos a serem remodelado essencialmente em produtos, como as matérias-primas, e mais os recursos que conduz o sistema, como a mão-de-obra, o capital, as máquinas e equipamentos, as instalações, o conhecimento técnico dos processos etc, chamados de *inputs*. O processo de conversão, em manufatura, transforma o formato das matérias-primas ou modifica a composição e a forma dos recursos, já os *outputs* é a saída em produto final para o cliente. O sistema de controle é a denominação genérica que se dá ao conjunto de atividades que visa proporcionar que programações sejam realizadas, que padrões sejam respeitados, que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade pretendida seja obtida. Sendo assim, o sistema de controle, promove o monitoramento dos três elementos do sistema de produção. O funcionamento do sistema de produção acontece mediante as influências do ambiente externo e ambiente interno. Os processos de produção industrial ou produção manufatureira se relacionam intrinsecamente com tipos de sistemas de produção e variam de acordo com a visão de cada autor. Neste sentido, conforme o Quadro 02 apresenta-se a abordagem dos sistemas e classificação tradicional e características, são elas:

Quadro 01 – Tipos de sistemas de produção, classificação e características.

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
<b>Sistema de produção contínua (fluxo em linha)</b>	“Os sistemas de produção contínua ou fluxo em linha apresentam uma sequência linear para se fazer o produto ou serviço; os produtos são extremamente padronizados e avançam de um posto de trabalho a outro numa sequência prevista” As etapas que compõem o processo devem ser equilibrar para que as mais lentas não atrasem a agilidade do processo. Além disso, os sistemas de produção contínua se caracterizam pela alta eficiência derivada da substituição do trabalho humano pela máquina e acentuada inflexibilidade, resultante dos numerosos volumes de produção. Operações mais comuns nas indústrias alimentícias, de produtos químicos, plásticos, papel, cimento etc.
<b>Sistema de Produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente)</b>	Nesse caso, a produção é feita em lotes. Ao finalizar a fabricação do lote de um produto, outros produtos ocupam o seu lugar nas máquinas. O produto inicial só tornara a ser feito depois de um tempo, caracterizando-se assim uma produção descontinuada de cada um dos produtos. Sendo assim também pode ocorrer o processo de produção por encomenda, onde o cliente apresenta seu próprio projeto de produto, para que a empresa o fabrique segundo as especificações nele contidas. Por exemplo, em metalúrgicas.
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
<b>Sistemas de Produção para grandes projetos</b>	Esse tipo se diferencia bastante dos tipos anteriores, pois, na verdade, cada projeto é um produto único, não havendo assim um fluxo do produto. Nesse caso, tem-se uma sequência de tarefas ao longo do tempo, frequentemente de longa duração, com pouca ou até nenhuma repetitividade. Uma característica destacada dos projetos é o seu alto custo e a complexidade gerencial no planejamento e controle. Exemplos de grandes projetos: produção de navios, aviões, grandes estruturas, etc.
<b>Tecnologia de grupo ou manufatura celular</b>	A célula de produção é um conjunto de máquinas que devem estar agrupadas devido a suas semelhanças (especialização por processo) bem como devido a sua capacidade de realizar um conjunto de operações dissimilares, o que muitas vezes já é necessário para que uma peça seja completada.

Fonte: Moreira (2012), Gaither e Frazier (2002).

De acordo com os autores citados, é possível verificar a abordagem de diferentes tipos de processos produtivos, que são definidos para cada empresa de acordo com as características específicas por cada produto que é fabricado. Este fato, porém, não exclui a perspectiva de que uma empresa possa instalar em sua fábrica mais de um processo de produção. Uma vez apresentado o sistema de produção e seus desdobramentos na administração das organizações, a seguir apresenta-se uma revisão acerca da capacidade produtiva e sua conceituação.

## 2.1 CAPACIDADE PRODUTIVA

Inicialmente, chama-se capacidade o “máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação” (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009, p.315), ou seja, é o volume máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, dentro de um lapso de tempo. No entanto, Moreira (2012), ressalta que a capacidade de uma unidade produtiva pode ser afetada por uma série de fatores, isto é, se a empresa deseja aumentar sua capacidade, ela deve alterar ao menos um dos fatores determinantes dessa capacidade. O autor cita alguns dos fatores que exerce maior influência na capacidade de produção: instalações; composição dos produtos ou serviços; o projeto do processo; fatores humanos; fatores operacionais e os fatores externos às fronteiras da empresa.

Segundo Moreira (2012), a capacidade produtiva pode ser compreendida como a quantidade máxima de produtos ou serviços que a empresa pode produzir ou realizar em um delimitado período de tempo. Após apresentados os conceitos sobre capacidade de produção, a seguir apresenta-se no item subsequente, os principais conceitos sobre estudos do tempo nas indústrias.

## 2.2 ESTUDOS DO TEMPO

Um processo precisa ser permanentemente monitorado, reavaliado e gerenciado. Neste sentido, a intenção é a de medir o trabalho, ou seja, determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Para cada operação é definido um tempo padrão, que é obtido após uma série de considerações. A determinação do tempo padrão para se efetuar uma tarefa possui pelo menos duas grandes utilidades: ajudar estudos posteriores que objetivem estabelecer o custo industrial aliado a um dado produto; auxilia a avaliar, pela diminuição ou não do tempo padrão, se houve melhoria no método de trabalho, quando se faz um estudo de métodos. Segundo Gaither e Frazier (2002), os padrões de tempo são usados para contabilizar padrões de custos, análise de preços e planejamento da produção. Sua importância se concentra no fato de permitir que a empresa visualize seus pontos fortes e desenvolva melhorias para os pontos fracos, eliminando os entraves que se interpõem no alcance das metas organizacionais.

O estudo de tempo é uma técnica logística que trabalha com o tempo necessário para a conclusão do processo de uma instituição. Tem sua origem atribuída aos trabalhos feitos pelos pesquisadores, Frederick Taylor (1856-1915), conhecido como o pai da administração científica e Frank Bunker Gilbreth (1885-1924).

**a) Metodologia e equipamentos para o estudo de tempos:** de acordo com os autores Martins e Laugeni (2005), como Peinado e Graeml (2007), os principais equipamentos para o estudo de tempos são: Cronômetro de hora centesimal. É o cronômetro mais utilizado, e uma volta do ponteiro maior corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. Podem, contudo, ser utilizados outros tipos de cronômetros, inclusive cronômetros comuns. Prancheta para observações, é necessária para que se apoie nela a folha de observações e o cronômetro; para que os tempos e demais informações relativas a operação cronometrada possa ser adequadamente registrada.

**b) Estabelecendo o número de ciclos a serem cronometrados:** para estabelecer o tempo de operação é necessário que se realize várias tomadas de tempo para a obtenção de uma média aritmética destes tempos. Martins e Laugeni (2005), descrevem que para se estabelecer na prática o tempo padrão, deve-se efetuar de 10 a 20 cronometragens. Contudo tanto Martins e Laugeni (2005), quanto Peinado e Graeml (2007), definem que a maneira mais correta de se determinar o número de cronometragem ou ciclos a serem cronometrados é deduzida da expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente, resultando na Fórmula 1:

$$N = \left( \frac{Z.R}{Er.d2.\bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde: N = Número de ciclos a serem cronometrados; Z = Coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada; R = Amplitude da amostra; Er = é o erro relativo (aceitável variando entre 5 e 10%), relativo da medida; d2 = é o coeficiente obtido em tabela estatística específica em função do número de cronometragens realizadas e é a média da amostra.  $\bar{X}$  = Média dos valores das observações. Na prática, é utilizar o valor de “Z” (coeficiente de distribuição normal) para uma probabilidade entre 90% e 95% que deve ser estabelecido de acordo com a Tabela 01, assim como o “Er” (erro relativo aceitável) da medida variando entre 5% e 10%. Os dados obtidos nas cronometragens preliminares revelam os valores de “R” (amplitude da amostra) e de “ $\bar{X}$ ” (média das observações).

Tabela 01 – Coeficiente de probabilidade.

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).

Por fim, é estabelecido o valor de “d2” (coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente) que será obtido através da Tabela 02.

Tabela 02 – Coeficiente em função do número de cronometragens preliminares.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	3.078

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

**c) Estabelecendo o tempo normal:** para estabelecer o Tempo Normal (TN), são necessárias ponderações de avaliação de ritmo de trabalho. Segundo Peinado e Graeml (2007), o pesquisador, tem seus conceitos de agilidade do ritmo devido a capacitações e a conhecimento, e com esses conceitos pré-definidos ele compara a agilidade já considerada por ele, com a agilidade do trabalhador para averiguação de ritmo. Nas observações do pesquisador pode haver três tipos de agilidade: abaixo do normal, normal e acima do normal. Essas acelerações podem mudar segundo o local de operação, sendo capaz de agilidade menor que 100% como também ter agilidade maior que 100% da agilidade de operação comum (tempo cronometrado). Para estabelecer o TN pode ser feita através da seguinte Fórmula 2:

$$TN = TC \times V \quad (2)$$

Onde:

TN = Tempo Normal; TC = Tempo Médio cronometrado; V = Taxa de agilidade do operador.

De acordo com os autores Martins e Laugeni (2005), como Peinado e Graeml (2007), avaliação da agilidade do operador é a parte mais importante e mais difícil do estudo de tempos consista na avaliação da agilidade ou ritmo com o qual o operador trabalha, durante a execução da cronoanálise. A agilidade do operador é estipulada subjetivamente pelo cronoanalista. Para a agilidade de operação normal do operador é atribuída uma taxa de agilidade, ou ritmo, de 100%. Agilidade acima do normal possuem valores maiores a 100% e agilidade abaixo do normal possuem valores menores a 100%. A agilidade avaliada deve ser registrada na folha de observações.

**d) Estabelecendo o tempo padrão:** segundo Martins e Laugeni (2005), como Peinado e Graeml (2007), o tempo padrão poder ser decomposto em partes que se associam para formá-lo, são eles: tempo cronometrado; tempo normal; fator de avaliação (mede a agilidade do operador durante a execução das tarefas); tolerância (taxa de variação em relação ao tempo normal). Segundo Martins e Laugeni (2005), não é possível desejar que uma pessoa trabalhe sem paradas o dia integralmente. Todo o operário deve ter um tempo destinado para suas exigências pessoais. Convém ressaltar que o fator de tolerância é composto por três tolerâncias: para exigências pessoais, para alívio de cansaço e tempos de espera.

Até hoje não existe uma forma adequada de se calcular o cansaço, que segundo Peinado e Graeml (2007) não é resultante apenas do local de, mas também da natureza do trabalho. As tolerâncias admitidas têm um valor de 10% (trabalho leve e um bom ambiente) e 50% de tempo (trabalhos pesados e condições inadequadas). Porém usualmente utiliza-se uma tolerância entre 15% e 25% (fator tolerância entre 1,15 e 1,25) do tempo para trabalhos normais em um ambiente normal, para as empresas industriais. Para definição do tempo padrão, utiliza-se a Fórmula 03.

$$TP = TN \times FT \quad (03)$$

Onde:

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

O tempo padrão é calculado multiplicando-se o tempo normal por um fator de tolerância para compensar o período que o trabalhador, efetivamente, não trabalha.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa, dentro da problemática e objetivos propostos de descrever o processo produtivo de uma indústria metal mecânica e ainda tem como objetivos: estabelecer a divisão da operação em elementos; e efetuar o estudo de tempo dos principais produtos da fábrica no processo produtivo, identificando os tempos médios, normal e padrão, se caracteriza a pesquisa de classificação conforme o Quadro 02 apresenta-se, de forma estrutural, como é classificada a metodologia científica desta pesquisa.

Quadro 02 – Classificação da metodologia científica.

Classificação da pesquisa	
Quanto aos objetivos da pesquisa	Exploratório – descritiva
Quanto à natureza da pesquisa	Qualitativa – quantitativa
Quanto à escolha do objeto de estudo	Estudo de caso
Quanto à técnica de coleta de dados	Pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo
Quanto à técnica de análise de dados	Cronoanálise.

Corroborando a escolha, quanto aos objetivos em relação às pesquisas exploratórias, Marconi e Lakatos (2003) consideram como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. O objeto de estudo foi novo, especialmente para organização em que ocorreu a pesquisa. De acordo com Gil (2002) os estudos que se classificam como descritivos são os que tem como intenção a identificação e a obtenção de informações sobre um estipulado assunto, servindo como objeto necessário para o delineamento de características do escolhido nicho de população, fenômenos ou inclusão de relações entre variáveis. A pesquisa descritiva “observa, registra, analisa, correlaciona fatos ou fenômenos, sem manipulá-los; estuda fatos e fenômenos do mundo físico e, especialmente, do mundo humano, sem a interferência do autor” (RAMPAZZO, 2002, p.53). Logo, a pesquisa foi também descritiva, por não haver manipulação dos fatos, apenas a sua descrição.

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa e quantitativa quanto à natureza. Na concepção de Chizzotti (2001), na pesquisa qualitativa, o pesquisador é uma figura importante, já que a partir dele é que será realizada a percepção dos fatos analisados, já que ele é quem vivencia o ambiente de estudo e fará a descrição detalhada sobre o que está sendo visto e tratado. Já sob a ótica quantitativa, verifica-se que procura revelar a mensuração tal qual dos fatos analisados em relação à frequência com que ocorrem. A pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma de análise. A pesquisa qualitativa pode ser usada, também, para explicar os resultados obtidos pela pesquisa quantitativa. MALHOTRA (2001, p.155). Para Santos (2006, p.27) a pesquisa de campo “é aquela que recolhe os dados in natura, como percebidos pelo pesquisador. Normalmente, a pesquisa de campo se faz por observação direta, levantamento ou estudo de caso”.

A pesquisa caracterizou-se como um estudo de caso, além de exploratória e descritiva. Segundo Gil (2002), os estudos de caso mais comuns são os que têm o foco em uma unidade – um indivíduo (caso único e singular, como em “caso clínico”) ou múltiplos, nos quais vários estudos são conduzidos simultaneamente: vários indivíduos, várias organizações. Em se tratando desta pesquisa propôs-se estudar uma organização, estudo de um caso em particular, permitindo, assim, um conhecimento mais detalhado do fenômeno ou processo estudado, na indústria metalúrgica. O estudo foi iniciado a fim de atingir os objetivos propostos, com

levantamento de informações gerais da empresa, por meio de conversa e entrevista com colaboradores e encarregados, bem como informações divulgadas pela empresa. Logo após foi realizado uma revisão de literatura bibliográfica na busca de publicações para análise teórica da área de administração da produção e operações que abordassem conceitos sobre estudo de tempos e métodos de trabalho, padronização, folha de observação. Os procedimentos a serem utilizados para coletar o tempo de produção, foram definidos a partir de conversas e determinações com os encarregados e operadores dos setores da área de produção. Para isso, foram definidas e identificadas as operações do processo produtivo, a serem cronometradas. Para coletar o tempo de produção, foi elaborada uma planilha com os elementos de cada operação, utilizou-se de um cronometro para mensurar o tempo de produção dos produtos, conforme as ordens de produção 120 e 125. No que se refere ao plano de coleta dos dados, primeiramente, analisaram-se, o processo produtivo da indústria metalúrgica, o tempo normal e o tempo-padrão das atividades desempenhadas ao longo deste. Posteriormente, todas as etapas do processo produtivo dos produtos foram cronometradas pelos autores, mediante vinte ciclos, para cada OP, foram realizados cálculos sobre os números de ciclos a serem cronometrados. Conforme o modelo referenciado por Peinado e Graeml (2007), utilizou-se o coeficiente de probabilidade entre 97% a 98%, para, então, suceder o cálculo do tempo médio (tempo cronometrado) de cada elemento das operações, bem como das tolerâncias verificadas.

Em seguida, de posse desses dados, foram calculados os tempos normal e padrão de cada elemento das operações pela qual o produto percorre ao longo do processo produtivo, com base nas Fórmulas (1), (2) e (3) listadas no referencial teórico. Ressalta-se que a velocidade da agilidade do operador não apresentou nível significativo no desempenho da atividade produtiva na empresa e, dessa forma, considerando que o ritmo com o qual a atividade é cumprida, sendo constante, utilizou-se  $R = 1$ . Ressalta-se ainda que se utilizou fator tolerância de 1,25 para empresa industrial.

#### **4 DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Com relação ao sistema de produção, a empresa produz as peças de acordo com os pedidos dos clientes, que enviam o projeto de um produto, ou este é desenvolvido e orçado pela empresa, que repassa ao cliente para a sua aprovação. Quando aprovado, o produto é cadastrado no sistema da empresa metalúrgica com uma instrução de trabalho ou sequência de operação, e a partir deste momento o cliente passa a enviar os pedidos apenas com o código do produto e as quantidades. O envio dos pedidos se dá através do software Electronic Data Interchange-EDI, que se caracteriza por ser um programa que permite o intercâmbio e a integração entre os sistemas de informação dos participantes de uma relação comercial.

Para que os produtos possam ser fabricados, a empresa utiliza como matéria-prima barras e chapas de ferro de aço carbono do tipo 1045 que apresentam maior dureza (com espessuras variadas, medidas em milímetros), pastilhas para as máquinas de Comando Numérico Computadorizado-CNC, comumente chamadas de torno CNC, óleo para a manutenção das máquinas e para o funcionamento da máquina geradora de dentes e tinta para o acabamento final das peças que não sofrem o processo de tratamento superficial através da zincagem. O processo de transformação é dividido em operações de acordo com a tarefa por eles desenvolvida conforme o Quadro 03.

Quadro 03 – Operações e atividades.

<b>Operações</b>	<b>Atividades</b>
<b>Corte</b>	O setor do corte é composto por três tipos diferentes de máquinas: as serras, que cortam as barras de ferro, a prensa que faz o corte das chapas de ferro com a espessura mais fina, o plasma que corta as chapas de ferro com a espessura mais grossa.



<b>Operações</b>	<b>Atividades</b>
<b>Furação</b>	A furação é realizada com a máquina furadeira e ferramenta empregada. Para abrir furos, utiliza-se uma broca como ferramenta de corte. Sendo na furação, definido a medida do furo, a posição do furo na peça de acordo com projeto.
<b>Forno</b>	O setor de forno é o responsável pelo processo de queima do aço, por meio do forno elétrico para diminuir a dureza na parte externa da chapa adquirida no corte do plasma. Sendo assim, o forno prepara e amolece a peça de aço para usinagem externa no torno mecânico.
<b>Usinagem</b>	A usinagem acontece em dois setores: o setor dos tornos mecânicos, constituído por seis máquinas que fazem o diâmetro externo das peças que são maiores e mais pesadas, e o setor dos tornos de CNC, composto por doze máquinas que realizam a usinagem das peças.
<b>Dentadoras</b>	O setor das dentadoras é formado por oito máquinas que são responsáveis por realizar o processo de geração de dentes na engrenagem, que futuramente se encaixarão nas correntes.
<b>Rebarbamento</b>	No setor de rebarbamento se encontram duas máquinas que realizam o processo de “rebarba” dos dentes, que é um procedimento feito através de uma lixa manuseada por um colaborador, para a retirada das “barbas” deixadas no processo da geração de dentes.
<b>Marcação</b>	A marcação é feita direta nas peças, sendo esse o processo de marcar com texto permanente ou de um símbolo legível realizado pela máquina, como o código referência de uma empresa ou números de dentes da engrenagem, diretamente sobre a superfície da peça, a fim de fornecer uma rastreabilidade completa ao longo do ciclo de vida do componente.
<b>Tratamento térmico</b>	No setor de tratamento térmico, é realizada a têmpera por indução tendo como resultado o aumento da dureza da peça conforme o projeto.
<b>Soldagem e Escovação</b>	O setor da soldagem composto por três equipamentos que realizam a solda (a união localizada) entre a engrenagem e os cubos é acompanhado por um processo de escovação, isto é, um funcionário fica “batendo” possíveis gotículas geradas pelo calor da solda.
<b>Brochadeira</b>	O Brochamento interno é uma operação que permite modificar um furo vazado e transformar o perfil de uma peça. O objetivo dessa operação pode ser o de abrir cavidades para chavetas em furos cilíndricos ou o de transformar perfis de furos cilíndricos em perfis acanelados, estriados, quadrados, hexagonais etc. Essa operação é feita num furo aberto anteriormente pelo processo de furação.
<b>Tratamento superficial</b>	No setor de tratamento superficial, realiza-se o processo de zincagem para uma maior durabilidade da peça.
<b>Pintura</b>	No setor da pintura, realiza-se o acabamento final do produto conforme a cor escolhida.
<b>Inspeção final</b>	É o setor que controla a qualidade, responsável pela a inspeção do produto final acabado, onde se verificam as especificações técnicas do produto acabado.
<b>Setores de apoio</b>	É nos setores de apoio como a afiação, que afia e desenvolve novas ferramentas para uso interno na empresa em conjunto com o setor da manutenção, que faz a conservação de algumas máquinas.

Observou-se que a empresa se enquadra no tipo de sistema de produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente), uma vez que os equipamentos e as habilidades dos operários são agrupados em conjunto, centros de trabalho, ou ainda mais comumente usados, em setores. Sendo assim, o processo descrito pode ser caracterizado como sistema de produção intermitente por lotes ou por encomenda, já que o fluxo de produção dos produtos não se apresenta de forma linear e com rigidez de padrão, pois alguns produtos percorrem a produção em diferentes setores até sua finalização.

#### **4.1 Resultados do estudo do tempo do processo produtivo em indústria metalúrgica**

Cada operação é realizada/executada a partir de um conjunto de elementos ou tarefas, conforme Figuras 01 e 02. Em função da empresa produzir as peças de acordo com pedidos dos clientes, o estudo do tempo foi planejado e executado de acordo com o sistema de produção adotado pela empresa. Sendo assim, o estudo do tempo foi realizado para duas ordens de produção (pedidos de clientes com a definição dos produtos e quantidades a serem produzidos): 120 e 125.

Figura 01 - Divisão de elementos por operação

SERRA/CORTE		PLASMA		FURAÇÃO	
Elementos	Selecionar matéria prima conf. Projeto (pegar).	Elementos	Selecionar matéria prima conf. Projeto (pegar).	Elementos	Pegar matéria prima.
	Fixar o material na serra (máquina).		Fixar o material no plasma.		Ajustar a máquina.
	Ajustar a máquina.		Ajustar a máquina.		Fixar o material na furadeira.
	Iniciar retinada da ponta da barra.		Iniciar o corte.		Furar.
	Ajustar o tamanho do corte.		Levar para local de espera (FURAÇÃO).		Colocar na caixa de movimentação.
Ajustar a altura da serra.	FORNO		TORNO MECÂNICO		
Iniciar o corte.	INICIO E FIM.		Pegar o material (Peças ou Lote).		
Colocar na caixa de movimentação.	USINAGEM CNC		Preparar a máquina (castanhas).		
Levar para local de espera (CNC ou Tomo mec).	Elementos	Pegar o material (Peças ou Lote) na área de espera CNC ou CORTE.	Elementos	Fixar a peça na máquina.	
TORNO MECÂNICO		Ajuste de programa (ou pegar o programa).		Iniciar usinagem do 1º passe.	
Pegar o material (Peças ou Lote).		Preparar a máquina (castanhas e ferramentas).		verificar medidas.	
Preparar a máquina (castanhas).		Ajuste da peça (zerar).		Usinar conforme o desenho e retina.	
Fixar a peça na máquina.		Iniciar usinagem da 1ª peça.		Transportar a peça ou lote para dentadora ou área CNC.	
Iniciar usinagem do 1º passe.	2ª peça (verificar medidas).	ESCOVA			
verificar medidas.	Teste tridimensional 1º.	Pegar o material (peças ou lote) na solda.			
Usinar conforme o desenho e retina.	Teste tridimensional 2º.	Fixar na base, escovar e limar.			
Transportar a peça ou lote para dentadora ou área CNC.	Fixar a peça na máquina iniciar usinagem	Retirar e colocar na caixa de movimentação.			
	Retirar e colocar na caixa de movimentação.				
	Transportar para dentadora (ou pintura, tratamento).	Retirar e colocar na caixa de movimentação.			

**LEGENDA:**

Elementos
  Operações
  Elem. Setup
  Elem. Operações
  Elem. Movimentação

A Figura 01 permite visualizar o conjunto de elementos que compõe cada operação, para melhor compreender, são divididos em elementos de *setup* (período em que a produção é interrompida para que os equipamentos fabris sejam ajustados), elementos de operação, e elementos de movimentação (período em que acontece o processamento e movimentação da peça). Na Figura 02, apresentam-se a continuação das operações e os respectivos elementos de cada operação.

Figura 02 - Divisão de elementos por operação (continuação da figura 01)

TRATAMENTO SUPERFICIAL	BROCHADEIRA	TRATAMENTO TÉRMICO	PINTURA
Pegar o material e colocar nas grades suspensas.	Pegar material (peças ou lote) na escova.	Pegar o material (Peças ou Lote).	Pegar as ganchetas e preparar com os dispositivos interno.
<b>Colocar no desengraxante químico.</b>	Selecionar e fixar a base para peça.	Selecionar o indutor e fixar na máquina.	Pegar as peças e colocar nas ganchetas.
Tirar e colocar no enxágue 1.	Selecionar a broca.	Fixar base para peça na máquina.	Levar para estufa térmica.
Tirar e colocar no enxágue 2.	Fixar a peça na máquina.	Ajuste da receita.	Iniciar secagem.
<b>Tirar e colocar no ácido decapante.</b>	Recuar a base da broca.	Pegar a peça fixar na máquina.	Tirar da estufa térmica e colocar na cabine de pintura.
Tirar e colocar no enxágue 1.	Fixar a broca.	Iniciar a indução.	Preparar a tinta.
Tirar e colocar no enxágue 2.	Iniciar a brochadora.	Retirar a peça e resfriar no tanque de água.	Iniciar pintura.
<b>Tirar e colocar no banho eletrolítico.</b>	Retirar a peça.	Retirar e colocar na caixa de movimentação.	Colocar na estufa térmica.
Tirar e colocar no enxágue 1.	Retirar a broca.	<b>MARCAÇÃO</b>	Iniciar pré-secagem da tinta.
Tirar e colocar no enxágue 2.	Colocar na caixa de movimentação.	<b>Pegar o material (Peças ou Lote).</b>	Tirar e deixar secar por completo.
<b>Tirar e colocar no enxágue neutralizador.</b>	<b>DENTADORA</b>	Fixar o material na máquina.	Colar o selo de qualidade.
<b>Tirar e colocar no zinco.</b>	Pegar o material usinado (Peças ou Lote).	Ajustar a máquina.	Colocar no carrinho e levar para inspeção final da pintura.
Tirar e colocar no enxágue.	Fixar peças na máquina.	Iniciar teste 1ª peça e verificar	<b>REBARBADORA</b>
<b>Tirar e colocar no ácido nítrico.</b>	Ajustar as grades (nº de dentes), ferramenta e diâmetro de fundo do dente.	Fixar o material na máquina.	Pegar o material (peças ou lote) na dentadora.
<b>Tirar e colocar no zinco branco trivalente ou hexavalente amarelo.</b>	Iniciar o corte do 1º passe.	Iniciar marcação.	Selecionar o dispositivo e fixar na máquina.
Tirar e dar uma pré-secagem.	Medir o diâmetro final.	Retira a peça.	Ajustar a máquina.
Transportar para inspeção final; CNC ou Pintura.	Iniciar o corte do 2º passe da medida	<b>SOLDA MIG</b>	Fixar a peça na máquina e Iniciar o
	Verificar a medida do diâmetro de fundo.	Pegar as peças ou lotes (Tratamento térmico ou centro de CNC).	Retirar e colocar na caixa de movimentação.
	Retirar as peças.	Selecionar e fixar a base.	
		Fixar a peça na base.	
		Iniciar a solda.	
		Retirar a peça e colocar na caixa de movimentação.	
		Transportar para rebarbadora.	
<b>INSPEÇÃO FINAL</b>			
INICIO E FIM.			

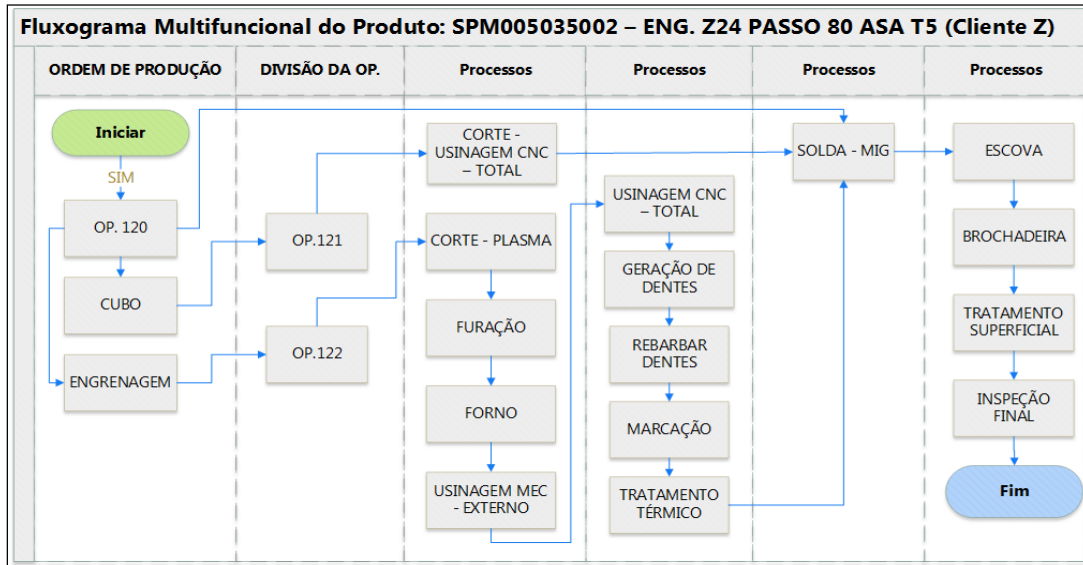
As informações apresentadas nas Figuras 01 e 02 serviram de base para elaborar o fluxo de trabalho de cada ordem de produção. Nesse sentido, foi possível acompanhar as operações e cronometrar o tempo de todos os elementos de cada operação. Para fazer a cronometragem dos tempos de todas as ordens de produções (OPs), utilizou-se uma planilha elaborada pelo autor, nesta, constam-se espaços reservados para o registro de informações referentes às operações em estudo. Essas informações incluem uma descrição da operação, a data, local do estudo, produto, lote de peças, tempo médio, tempo normal e tempo padrão. O impresso também possui espaço para o registro das leituras do cronômetro de cada elemento da operação, nº de leitura de ciclos e avaliação do ritmo do operador e fator de tolerância para os cálculos, necessárias para fazer o levantamento do tempo de produção por produto.

O tempo de cada produto foi cronometrado por elementos compostos de cada operação, conforme apresentado nas Figuras 01 e 02. Para cada OP, foram realizados cálculos sobre os números de ciclos a serem cronometrados. Conforme o modelo referenciado por Peinado e Graeml (2007), utilizou-se o coeficiente de probabilidade entre 97% a 98%.

#### a) Estudo do tempo da ordem de produção (OP) número 120

Atendendo ao objetivo de realizar o estudo do tempo do processo produtivo, este foi efetuado através da cronometragem do produto Z24 PASSO 80 T5, conforme o projeto, pertencente à OP.120 com lote de 60 peças, emitida para o cliente Z. A partir das informações obtidas na OP.120, foi realizado um fluxograma para melhor visualizar a sequência dos processos e os elementos que foram cronometrados, conforme a Figura 03.

Figura 03 - Fluxograma Multifuncional do processo produtivo do Produto: SPM005035002 – ENG. Z24 PASSO 80 ASA T5 (Cliente Z).



O processo representado na Figura 03 inicia com OP.120, onde foi dividida em engrenagem e cubo com OPs específicas para os processos de cada componente do produto, sendo integrados no processo de solda, e seguindo até o final do processo produtivo do produto com OP.120. No Quadro 04, apresentam-se os diferentes tempos cronometrados para cada elemento das operações que compõem a OP.120.

Quadro 04 – Resultado da cronometragem da OP.120.

Operações	Tempos							
	T.M	T.N	T.P	T.O	T.S	T.MO	TT	T.P.P
	Tempo Médio	Tempo Normal	T.Padrão	T.Padrão Operação	T.Padrão Setup	Tempo Movimentação	T.Padrão Total	T.Padrão Peça
Serra/corte	0:14:57	0:14:57	0:18:41	0:09:51	0:04:21	0:04:29	0:18:41	0:00:19
Plasma	0:23:41	0:23:41	0:29:37	1:26:51	0:08:06	0:07:29	1:42:25	0:01:42
Furação	0:10:20	0:10:20	0:12:55	0:59:09	0:03:19	0:03:30	1:05:58	0:01:06
Forno	34:00:00	34:00:00	42:30:00	42:30:00	0:00:00	0:00:00	42:30:00	0:42:30
Torno mecânico	0:31:25	0:31:25	0:39:16	2:23:46	0:06:36	0:08:43	2:39:05	0:02:39
Usinagem_total cubo	0:56:02	0:56:02	1:10:03	2:47:49	1:01:06	0:06:09	3:55:04	0:03:55
Usinagem_cnc	0:38:12	0:38:12	0:47:44	2:30:41	0:38:59	0:06:15	3:15:55	0:03:16
Dentadora	2:30:25	2:30:25	3:08:01	9:32:09	1:31:14	0:08:35	11:11:58	0:11:12
Rebarbadora	0:11:50	0:11:50	0:14:47	1:37:26	0:05:40	0:07:30	1:50:36	0:01:51
Marcação	0:16:05	0:16:05	0:20:07	0:26:49	0:07:08	0:12:32	0:46:29	0:00:46
Tratamento térmico	0:13:13	0:13:13	0:16:31	1:36:24	0:12:34	0:02:21	1:51:19	0:01:51
Solda mig	0:08:54	0:08:54	0:11:07	1:38:34	0:01:42	0:07:46	1:48:02	0:01:48
Escova	0:05:46	0:05:46	0:07:12	0:52:15	0:00:00	0:06:20	0:58:35	0:00:59
Brochadeira	0:12:07	0:12:07	0:15:09	1:41:29	0:02:06	0:07:11	1:50:46	0:01:51
Tratamento superficial	2:48:20	2:48:20	3:30:24	6:32:41	0:13:07	0:07:30	6:53:19	0:06:53
Inspeção final	1:00:00	1:00:00	1:15:00	1:15:00	0:00:00	0:00:00	1:15:00	0:01:15
<b>Lead time total:</b>	<b>44:21:17</b>	<b>44:21:17</b>	<b>55:26:36</b>	<b>78:00:53</b>	<b>4:15:59</b>	<b>1:36:20</b>	<b>83:53:12</b>	<b>1:23:53</b>

Pode-se constatar no Quadro 04 que cada operação dispõe de tempos diferentes para realizar determinada atividade, uma vez que algumas utilizam de um tempo maior ou menor

em relação às outras. Sendo assim a cronometragem das 16 operações realizou-se com número de 20 ciclos cronometrados por operação, com exceção da dentadora com 06 ciclos, tratamento superficial 02 ciclos, torno mecânico 06 ciclos e forno 01 ciclo com coeficiente de probabilidade entre 97% a 98%. Em análise do *Lead time* total, o tempo padrão (T.P) é 55:26:36 (55 horas e 26 minutos com 36 segundos), e com relação ao tempo padrão de operação (T.O) representam 78:00:53 (78 horas e 00 minutos com 53 segundos), somado com o tempo padrão *setup* (T.S) de 4:15:59 (4 horas e 15 minutos com 59 segundos) e o tempo padrão de movimentação (T.MO) de 1:36:20 (1 hora e 36 minutos com 20 segundos), obtém-se o tempo padrão total (TT) sendo de 83:53:12 (83 horas e 53 minutos com 12 segundos), e ao dividir o (TT) pela quantidade de peças do lote encontra-se o resultado do tempo padrão peça (T.P.P) em 1:23:53 (1 hora e 23 minutos com 53 segundos).

Já em análise dos tempos das operações de maior e menor tempo, observa-se que a marcação com o menor tempo de 00:00:46 (00 horas e 00 minutos com 46 segundos) por peça e o forno representa a maior parte do tempo com 00:42:30 (00 horas e 42 minutos com 30 segundos) do tempo utilizada para fabricação por peça. Já a dentadora é o segundo maior tempo com 00:11:12 (00 horas e 11 minutos com 12 segundos) do tempo utilizado na produção, em seguida o tratamento superficial com 00:06:53 (00 horas e 06 minutos com 53 segundos) ao somar as três operações representa 72,23%, do total de tempo para a produção, o que equivale a 1:00:35 (1 hora e 00 minutos com 35 segundos) por peça. As demais operações com o tempo de 00:23:18 (00 horas e 23 minutos com 18 segundos), equivalente em 27,77%, do total (T.P.P). Neste contexto, observa-se que as 3 operações das 16 operações, concentram o maior tempo para produzir. Dessa forma, os processos de melhorias devem-se concentrar nessas operações para aumentar a capacidade produtiva. Segundo Moreira (2012), ressalta que a capacidade de uma unidade produtiva pode ser afetada por uma série de fatores, isto é, se a empresa deseja aumentar sua capacidade, ela deve alterar ao menos um dos fatores determinantes dessa capacidade. Com o estabelecimento do tempo padrão de produção, torna-se possível a definição da capacidade produtiva da empresa. Considerando uma carga horária diária de trabalho de 8 horas, a capacidade produtiva obtida pode ser calculada pela Fórmula 04:

$$C_p = \frac{8 \times 3600 (s)}{\text{tempo padrão (s)}} \quad (4)$$

$$C_p = \frac{8 \times 3600 (s)}{\text{tempo padrão (s)}} \rightarrow C_p = \frac{8 \times 3600}{1:23:53} = \frac{28800}{5033,00} = 5,72 \text{ Peças}$$

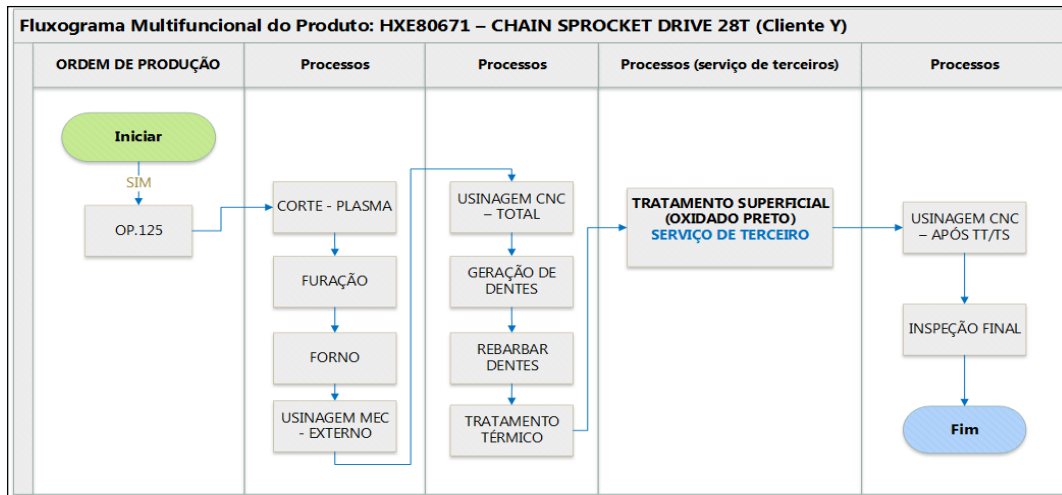
Logo, em um dia de trabalho, a empresa tem uma capacidade produtiva de processar de 5,72 peças. Entretanto, realizando melhorias capaz de reduzir em 27% o tempo padrão de operação, apenas do forno elétrico de 00:42:30 (00 horas e 42 minutos com 30 segundos) para 00:31:02 (00 horas e 31 minutos com 02 segundos) por peça, dentadora de 00:11:12 (00 horas e 11 minutos com 12 segundos) para 00:08:37 (00 horas e 08 minutos com 37 segundos) e tratamento superficial de 00:06:53 (00 horas e 06 minutos com 53 segundos) para 00:05:07 (00 horas e 05 minutos com 07 segundos), o *lead time* total por peça (T.P.P), diminuiria para 01:08:04 (1 hora e 08 minutos com 04 segundos), considerando que as três operações concentram o maior tempo para produzir ao aplicar a Fórmula 04. Em um dia de trabalho, a empresa aumentaria a capacidade produtiva de processar para 7,05 peças.

#### **b) Estudo do tempo da ordem de produção (OP) número 125**

Atendendo ao objetivo de realizar o estudo do tempo do processo produtivo, este foi efetuado através da cronometragem do item CHAIN SPROCKET FH DRIVE 28T, conforme o projeto, pertencente à OP.125 com lote de 90 peças, emitida para o cliente Y. A partir das

informações obtidas na OP.125, foi realizado um fluxograma para melhor visualizar a sequência dos processos e elementos que foram cronometrados, conforme a Figura 04.

Figura 04 – Fluxograma Multifuncional do processo produtivo do Produto HXE80671 – CHAIN SPROCKET FH DRIVE 28T (Cliente Y).



O processo representado na Figura 04 inicia com OP.125 para os processos do produto, sendo realizado o tratamento superficial (oxidado preto) com operação externa, onde o serviço de terceiro é em outro município, e ao voltar para empresa segue até o final do processo produtivo do produto com OP.125. No Quadro 05, apresentam-se os diferentes tempos cronometrados para cada elemento das operações que compõem a OP.125.

Quadro 05 – Resultado da cronometragem da OP.125.

Operações	Tempos							
	T.M	T.N	T.P	T.O	T.S	T.MO	TT	T.P.P
	Tempo Médio	Tempo Normal	T.Padrão	T.Padrão Operação	T.Padrão Setup	Tempo Movimentação	T.Padrão Total	T.Padrão Peça
Plasma	0:12:13	0:12:13	0:15:16	1:52:54	0:03:06	0:08:09	2:04:08	0:01:23
Furação	0:12:14	0:12:14	0:15:18	1:11:44	0:04:58	0:04:04	1:20:45	0:00:54
Forno	34:00:00	34:00:00	42:30:00	42:30:00	0:00:00	0:00:00	42:30:00	0:28:20
Torno mecânico	0:16:54	0:16:54	0:21:07	1:30:27	0:06:21	0:20:37	1:57:26	0:01:18
Usinagem_cnc	0:26:42	0:26:42	0:33:22	8:03:34	0:34:00	0:06:53	8:44:26	0:05:50
Dentadora	1:48:49	1:48:49	2:16:02	9:43:06	1:16:18	0:14:15	11:13:39	0:07:29
Rebarbadora	0:10:36	0:10:36	0:13:15	2:50:54	0:04:54	0:06:28	3:02:16	0:02:02
Tratamento térmico (indutora)	0:12:57	0:12:57	0:16:11	2:54:28	0:11:50	0:02:25	3:08:43	0:02:06
Tratamento superficial de terceiros	72:00:00	72:00:00	90:00:00	90:00:00	0:00:00	0:00:00	90:00:00	1:00:00
Usinagem - após TT	0:16:45	0:16:45	0:20:56	0:39:22	0:16:21	0:04:09	0:59:52	0:00:40
Inspeção final	0:20:00	0:20:00	0:25:00	0:25:00	0:00:00	0:00:00	0:25:00	0:00:17
Lead time total s/terceiros:	37:57:10	37:57:10	47:26:28	71:41:30	2:37:47	1:06:59	75:26:16	0:50:18
Lead time total com terceiros:	109:57:10	109:57:10	137:26:28	161:41:30	2:37:47	1:06:59	165:26:16	1:50:18

Com resultado obtido no Quadro 05, percebe-se que foram cronometradas 11 operações com o número de 20 ciclos, com exceção da dentadora com 10 ciclos, torno mecânico 10 ciclos e forno 01 ciclo com coeficiente de probabilidade entre 97% a 98%. Em análise do **Lead time total s/terceiros**, o tempo padrão (T.P) é 47:26:28 (47 horas e 26 minutos com 28 segundos), tempo padrão de operação (T.O) é 71:41:30 (71 horas e 41 minutos com 30 segundos), somado com o tempo padrão *setup* (T.S) de 2:37:47 (2 horas e 37 minutos com 47 segundos) e o tempo padrão de movimentação (T.MO) de 1:06:59 (1 hora e 06 minutos com 59 segundos), obtém-se o tempo padrão total (TT) de 75:26:16 (75 horas e 26 minutos com 16 segundos), e ao dividir pela quantidade de peças do lote encontra-se o tempo padrão peça (T.P.P) em 00:50:18 (00 horas e 50 minutos com 18 segundos). Porém com o **Lead time total com terceiros**, acrescenta-se ao tempo padrão de operação (T.O) o tempo de 90:00:00 (90 horas e 00 minutos com 00 segundos), pois se trata de serviços prestados por empresa terceirizada.

Já em análise dos tempos das operações de maior e menor tempo, observa-se que a inspeção final com o menor tempo de 00:00:17 (00 horas e 00 minutos com 17 segundos) por peça e o tratamento superficial de terceiros representa a maior parte do tempo com 01:00:00 (01 hora e 00 minutos com 00 segundos) do tempo utilizada para fabricação por peça. Já o forno é o segundo maior tempo com 00:28:20 (00 horas e 28 minutos com 20 segundos) do tempo utilizado na produção, em seguida a dentadora com 00:07:29 (00 horas e 07 minutos com 29 segundos) e Usinagem CNC com 00:05:50 (00 horas e 05 minutos com 50 segundos), ao somar as quatro operações representa 92,16%, do total de tempo para a produção, o que equivale a 1:41:39 (1 hora e 41 minutos com 39 segundos) por peça. As demais operações com o tempo de 00:08:39 (0 horas e 08 minutos com 39 segundos), equivalente em 7,84%, do total do tempo padrão por peça. Neste contexto, observa-se que as 4 operações das 11 operações concentram o maior tempo para produzir, onde o tempo de operação de terceiros é maior ficando superior aos tempos de operação da empresa. Sendo assim, os processos de melhorias devem-se concentrar nessas operações para aumentar a capacidade produtiva. Para Moreira (2012), a capacidade produtiva pode ser compreendida como a quantidade máxima de produtos ou serviços que a empresa pode produzir ou realizar em um delimitado período de tempo. Com o estabelecimento do tempo padrão de produção, torna-se possível a definição da capacidade produtiva da empresa. Considerando uma carga horária diária de trabalho de 8 horas, a capacidade produtiva obtida pode ser calculada pela Fórmula 04:

$$C_p = \frac{8 \times 3600 \text{ (s)}}{\text{tempo padrão (s)}} \rightarrow \begin{array}{l} C_p = \text{Lead time total s/terceiros para 9,54 peças} \\ C_p = \text{Lead time total com terceiros 4,35 peças} \end{array}$$

Logo, em um dia de trabalho, a empresa tem uma capacidade produtiva de processar de 9,54 peças e 4,35 peças. Entretanto, realizando melhorias capaz de reduzir em 27% o tempo padrão de operação apenas do forno elétrico de 00:28:20 (00 horas e 28 minutos com 20 segundos) para 00:20:41 (00 horas e 20 minutos com 41 segundos) por peça, dentadora de 00:07:29 (00 horas e 07 minutos com 29 segundos) para 00:05:44 (00 horas e 05 minutos com 44 segundos) e tratamento superficial de terceiros de 01:00:00 (01 horas e 00 minutos com 00 segundos) para 00:43:48 (00 horas e 43 minutos com 48 segundos), o *Lead time* total s/terceiros por peça (T.P.P) diminuiria para 01:08:04 (1 hora e 08 minutos com 04 segundos) e *Lead time* total com terceiros por peça diminuiria para 00:40:54 (00 hora e 40 minutos com 54 segundos), considerando que as três operações concentram o maior tempo para produzir ao aplicar a Fórmula 04. Em um dia de trabalho, a empresa aumenta a capacidade produtiva de processar *Lead time* total s/terceiros para 11,74 peças e *Lead time* total com terceiros 5,67 peças.

## 5 CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

O estudo do tempo na produção é de suma importância para possibilitar, com o passar do tempo, comparações da produtividade e verificar o real impacto das ações de melhoria tomadas nos processos. Visualizar e participar efetivamente das atividades, as quais se conhecia apenas teoricamente, é de extrema importância para formação profissional e acadêmica. A vivência com o ambiente de trabalho demonstrou também a necessidade de se buscar cada vez mais conhecimentos para aplicá-los da melhor forma possível, trazendo crescimento profissional. O estudo proporcionou aplicação de um conhecimento científico na prática, contribuindo para a experiência profissional em uma indústria metalúrgica. Com a utilização da cronometragem, foi possível definir o tempo padrão real para cada etapa do processo, enquanto que com a cronoanálise tratou-se das observações das melhorias possíveis deste estudo de tempo aplicado ao setor em análise.

O estudo atingiu o resultado esperado ao descrever o processo produtivo de uma indústria metal mecânica, e foram alcançados os objetivos propostos para execução desta prática. Com os estudos dos tempos, verificou-se que a decomposição das operações possibilita eliminar movimentos desnecessários e ainda simplificar, racionalizar, proporcionando economia de tempo e esforço do operário. De acordo com os resultados obtidos, observa-se a existência de possíveis gargalos futuros, pois na maioria das ordens de produção três operações utilizaram a maior parte dos tempos cronometrados, sendo assim se constatarem pontos passíveis de melhorias, também a verificação da viabilização de aperfeiçoamentos e necessidade de ações imediatas para melhorias do processo.

Assim, as observações levantadas do processo indicaram propostas de alterações em processo de trabalho que podem ser aplicadas na indústria em questão. Algumas delas são: realizar treinamentos com os operadores; desenvolver um modelo integrado do uso de ferramentas de melhoria contínua com os sistemas de tempos pré-determinados, estabelecendo o tempo meta com objetivo de diminuir o tempo padrão e *lead times* do processo produtivo, buscando, de forma contínua, a diminuição do tempo de entrega do produto acabado, para assim aumentar a satisfação do cliente; padronizar as tarefas e responsabilizar o operador para o cumprimento dos tempos e métodos; definir a carga homem e carga máquina e criar indicadores de produtividade e qualidade. Deixa-se aqui a proposta para a continuidade do estudo do tempo, visto que o aumento da demanda pelos produtos possibilita aplicação do estudo, uma vez que os valores históricos e o estudo realizado podem criar uma sistemática de análise e melhoria, a fim de aperfeiçoar os métodos de trabalho e os processos produtivos com números que sejam coerentes com a realidade.

## REFERÊNCIAS

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILIANO, N. J. **Administração da produção e operações para vantagens competitivas**. 11. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. 602p.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2001.

DAVIS, M. M.; AQUILIANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2003.598p.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: CENGAGE, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.



MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCONI, M. A. LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. ed. rev., aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. 1 ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

RAMPAZZO, Lino: **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. – 3. Ed. – São Paulo, Brasil, Editora: Loyola, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON; Robert. **Administração de Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.