

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

LUIZ GUSTAVO YAMASHITA

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO APLICADO A
UM PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Botucatu-SP

Junho – 2015

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL

LUIZ GUSTAVO YAMASHITA

**PROPOSTA DE MELHORIA NO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO APLICADO A
UM PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Orientador: Prof. Dr. Paulo André de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Danilo Simões

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à
FATEC – Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo
no Curso Superior de Produção Industrial.

Botucatu-SP

Junho – 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me iluminar e me guiar nesta caminhada, pois nos momentos de fraqueza me deu forças para perseverar. Este mesmo Deus me abençoou para adentrar nesta instituição, sempre me fortalecendo e iluminando para percorrer todo e qualquer caminho sem nada temer.

Aos meus pais e familiares que me apoiaram, encorajaram e forneceram estrutura para alcançar meus objetivos principalmente neste período de poucas horas de sono.

Agradeço especialmente ao meu pai que mesmo à distância me ensinou o quanto devemos ser corretos e justos.

Agradeço ao Sr. João A. de Osti por me incentivar a ingressar à faculdade e a minha namorada Nara M. Torres por me motivar diariamente durante estes três anos.

Ao Sr. Paulo B. Paixão por me fornecer todo o recurso necessário me ensinando a ser resiliente perante as dificuldades da vida profissional.

Aos companheiros de sala, em especial ao Antônio Carlos (Carlinhos), Luiz Henrique (Fioravanti) e aos funcionários desta instituição que passaram o tempo todo sempre ensinando algo, agregando valores e sempre com disposição.

Aos Professores Danilo Simões e Paulo André por me mostrar todo o caminho e me instruir com toda a dedicação possível fazendo valer rigorosamente o verdadeiro significado da palavra orientador.

Ao Professor Gilson E. Tarrento por auxiliar e contribuir com seu conhecimento.

Ao diretor Prof. Roberto Antônio Colenci e ao coordenador do curso de Produção Industrial Prof. Adolfo Alexandre Vernini.

“Se tu lutas tu conquistas”

RESUMO

As organizações necessitam aumentar a eficiência em seu processo produtivo. Essa eficiência pode ser alcançada quando realoca-se recursos com atividades realizadas com planejamento e controle do sistema produtivo. Este trabalho objetiva realizar o dimensionamento e propor métodos para a racionalização das atividades parciais que compõem a fabricação de uma tampa utilizada para inspeção de componentes na região do motor em uma indústria metal mecânica. Empregou-se o estudo de tempos e movimentos, caminho crítico e gráfico de Gantt. O processo de fabricação apresentou-se estável com coeficiente de variação de 5,4%. O uso das técnicas possibilitou propor uma redução de 30,1% no tempo de produção com adequações de layout e sequenciamento de operações.

PALAVRAS-CHAVE: Rendimento operacional. Maximização de resultados. Produtividade.

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1 – Formulário para coleta de dados. | 27 |
| Figura 2– Distribuição percentual da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes. | 32 |
| Figura 3 – Gráfico de Pareto das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes. | 34 |
| Figura 4 - Fluxograma das atividades no cenário atual e seus respectivos tempos em segundos. | 35 |
| Figura 5 - Gráfico de Gantt do tempo das etapas do processo atual. | 36 |
| Figura 6 - Fluxograma das atividades no cenário proposto e seus respectivos tempos em segundos. | 38 |
| Figura 7 - Gráfico de Gantt do tempo das etapas do processo proposto. | 38 |

LISTA DE TABELAS

Página

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Percentual de tempo de fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes. | 31 |
| Tabela 2 – Tempos das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes..... | 33 |
| Tabela 3 – Tempo médio das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa e suas sequências de operações. | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção

PERT – *Program Evaluation and Review Technique*

CPM – *Critical Path Method*

PCP – Programação e Controle da Produção

MTM - *Methods Time Measurement*

EUA – Estados Unidos da América

ERP - *Enterprise Resource Planning*

TM – Tempo Mais Provável

TO – Tempo Otimista

TP – Tempo Pessimista

AE – Atividades Efetivas

AG – Atividades Gerais

TP – Tempos Produtivos

TA – Tempos Auxiliares

TI – Tempos Improdutivos

AT – Atividade Total

WIP – Work In Progress

SUMÁRIO

| | Página |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Objetivo | 12 |
| 1.2 Justificativa | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 2.1 Estudo de Tempos e movimentos | 13 |
| 2.2 Cronoanálise | 18 |
| 2.3 Desperdícios – otimização da produção | 18 |
| 2.4 Planejamento operacional – dimensionamento operacional | 19 |
| 2.5 Determinação do tempo padrão | 21 |
| 2.6 Método do caminho crítico | 22 |
| 2.7 Diagrama ou gráfico de Gantt..... | 25 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 3.1 Material | 26 |
| 3.2 Métodos | 26 |
| 3.2.1 Etapas do processo produtivo..... | 28 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 40 |
| REFERÊNCIAS | 41 |

1 INTRODUÇÃO

Na vida, compreende-se melhor o fator tempo após a descoberta da importância do seu valor, tanto na vida pessoal quanto na vida profissional. Essa importância é a mesma para todos os empreendimentos de todos os segmentos.

Entre os aspectos da organização e da administração de uma empresa, o tempo, ou melhor, os tempos, ocupam-se um lugar de destaque. Taylor, segundo Schoeps (2004, citado por MELLO; FUGULIN; GAIDZINSKI, 2007), direciona seus estudos para o conteúdo do tempo de trabalho e aos ritmos nos quais ele acontece, colocando como um dos pontos centrais de sua administração, chamada de administração científica, a introdução do cronômetro e a divisão do trabalho em fases ou elementos de trabalho, que serão medidos separadamente e servirão como base para determinar o tempo mínimo ou o tempo padrão de uma atividade, a fim de manter um ritmo e um nível de produção. Na época, seu sistema foi muito utilizado para combater a queda de ritmos na produção, que era um problema generalizado e para estimular a produtividade dos operários, pois nessa proposta era aplicado um incentivo salarial, chamado de salário-prêmio.

A competição acentua-se em um mundo cada vez mais globalizado e obriga as organizações a aumentar a eficiência em seu processo produtivo. Essa eficiência é alcançada quando realocam-se recursos, atividades realizadas com mão de obra qualificada e planejamento de todo o sistema produtivo.

O planejamento, programação e controle da produção (PPCP) estrutura-se pelos valores do tempo das atividades cronometradas. Contribui, assim, significativamente para o

monitoramento do arranjo produtivo e fornece parâmetros para aumentar a capacidade de produção na empresa.

O estudo de tempos e movimentos foi o instrumento primordial para otimizar-se o método de trabalho dos operários. Nele analisa-se todos os movimentos executados em cada atividade parcial do sistema como um todo.

Conforme Machado (1984, citado por BANTEL, 2006) o estudo de tempos iniciou-se com Taylor, em 1881 e o dos movimentos com o casal Gilbreth, por volta de 1885 e foram conjuminados no início do século XX, bem como receberam a contribuição inovadora de sensores orbitais a partir da última década do século, permitindo acurácia em ações anteriormente consideradas de difícil controle na obtenção de dados devido ao campo de ação dentro do canteiro de obras, florestas, lavoura, transporte rodoviário, aéreo e marítimo.

Para isso faz-se o uso da cronometragem, que é a metodologia preconizada para a estimativa dos recursos a serem utilizados. Após a obtenção da forma adequada para a execução de determinado trabalho, realiza-se a cronometragem, para a determinação do tempo necessário para executar um processo e mensura-se o tempo dispendido das atividades parciais concernentes.

A tendência atual para o aumento da eficiência em todas as classes de trabalho gera o interesse generalizado no estudo de tempos e movimentos. Onde existe trabalho, existe sempre a necessidade de encontrar-se o meio mais econômico de executar a tarefa, e após isto, determinar a quantidade de trabalho que deve-se executar em um dado período de tempo. Desta forma, o estudo de tempos e movimentos fornece a técnica para determinar-se os métodos mais econômicos para executar uma determinada atividade (BARNES, 1968).

Nas organizações em que opera-se um sistema produtivo com a utilização intensiva de mão de obra, a análise da capacidade de produção é um diferencial extremamente competitivo. Esse método de análise pode ser entendido da maneira mais simplificada como a maior quantidade de serviços executados ou de produtos processados no menor espaço de tempo possível.

Assim, pode-se favorecer o incremento da produtividade e prover-se de informações de tempos com o objetivo de analisar e decidir-se sobre qual o melhor método deve ser utilizado nas atividades produtivas.

O estudo de tempos e métodos permite-se analisar o processo produtivo. Englobam-se todas as atividades, operações em geral e as relações homem-máquina. Através destas informações consegue-se obter um melhor controle da produção e, conseqüentemente, os mais baixos custos operacionais, que é essencial não só nas grandes organizações como em qualquer

empreendimento. Com o máximo de aproveitamento na relação homem-máquina otimizam-se os custos e aumentam-se os rendimentos para a empresa e, por outro lado, conseqüentemente, melhoram-se as condições de trabalho na empresa com a redução na fadiga aos colaboradores.

A melhoria no sistema dos processos de trabalho com a utilização do mais simples método necessário, apresenta-se de duas formas: um custo inferior para a empresa e a padronização da atividade, o que tende a minimizar as não conformidades devido à vasta gama de produtos existentes. Realiza-se o estudo e determina-se o tempo necessário para executar uma atividade ou operação específica, com uma mão de obra devidamente qualificada e treinada, em um ritmo de trabalho normal e exerce-se o método normalmente para que não ocorra a distorção de dados.

Para realizar-se uma atividade, existem muitas formas e, ao identificar-se o melhor método obtém-se concomitantemente o caminho mais curto. Os caminhos mais longos determinados como caminhos críticos, são os que mais necessitam de atenção para o bom andamento do processo produtivo. Para a gestão de um processo é fundamental que se conheça todas as etapas e o tempo de duração delas já que o fator tempo é um dos pontos mais relevantes.

Ressalta-se que no ambiente atual as diversas mudanças sociais, econômicas, culturais e políticas faz com que torne-se maiores as dificuldades e os desafios perante os obstáculos para realizar a gestão de projetos, por isso necessita-se de margem de segurança nestes casos.

Na literatura denominam-se caminhos k-críticos, onde se obtém vantagem competitiva na elaboração de um projeto através de informações baseadas na duração esperada da operação. Com o tempo esperado de projeto, acelera-se os caminhos mais demorados para o cumprimento da meta estabelecida. Determinam-se quais são estes fatores e estipula-se o tempo de conclusão onde reduz-se a margem de erro, pois esta é uma forma de gerar a probabilidade para realizar o projeto.

Aplica-se o método do caminho crítico através do planejamento PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) / CPM (*Critical Path Method*) para situações como a redução de tempo em um processo para atender uma determinada data pré-estipulada por um cliente interno ou externo.

Ao utilizar-se do método dos caminhos k-críticos, inicialmente, deve-se levar em consideração todos os caminhos possíveis sem deixar de fora nenhuma operação. Realiza-se um mapeamento de todo o fluxo do processo, identifica-se os caminhos que demandam mais tempo através das atividades por sua ordem e realiza-se intervenções nas atividades mais demoradas para se minimizar o tempo total de processo. Não exige-se conhecimento profundo em matemática devido ao fato de ser fácil a compreensão.

Com esta ferramenta, além de enxergar-se o tempo despendido de cada atividade, o tempo total de finalização do projeto, visualiza-se também a folga existente.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi realizar o dimensionamento das etapas de fabricação de uma tampa em uma indústria metal mecânica automobilística e propor alternativas de racionalização da atividade.

1.2 Justificativa

Este trabalho se desenvolveu em uma empresa metal mecânica automobilística e, por ser uma empresa onde já existe o estudo de tempos e movimentos no sistema produtivo, não foi encontrado problemas durante o estudo. No passado não era efetuada nenhuma análise sobre como e em quanto tempo eram realizadas as atividades em uma organização. Para a produção era informado metas somente e não havia o suporte de áreas de apoio.

A possibilidade de propor a de maximização da eficiência, otimiza-se os processos produtivos apenas com a realização das atividades da forma correta. Portanto, identificar quais os tempos que mais impactam no sistema produtivo e efetuar a análise sobre eles pode resultar em decisões mais precisas nas intervenções organizacionais com redução de custo e, conseqüentemente, aumento na lucratividade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estudo de Tempos e movimentos

Ao longo dos anos, o mundo do trabalho sofreu inúmeras transformações, concentrando-se principalmente nas mudanças tecnológicas. Desde a administração científica de Taylor, nota-se que, essas mudanças só vêm reforçar o controle dentro das organizações (FERREIRA, 2006).

Desde os primeiros estudos da administração clássica, como o “estudo dos tempos e movimentos”, realizado por Taylor, na época da Revolução Industrial, passando pela Revolução Tecnológica no início dos anos 1990 até os dias atuais, sempre existiu o questionamento sobre como seria possível administrar melhor o tempo (LIMA, 2011).

Frederick Winston Taylor (1856-1915), criador da administração científica, dedicou-se entre 1885 e 1903 a estudar a organização das tarefas e os tempos e movimentos gastos por um operário em sua execução (LINS, 2001).

A teoria da administração científica fundamenta-se na aplicação de métodos da ciência positiva, racional e metódica aos problemas administrativos, a fim de alcançar a máxima produtividade (MATOS; PIRES, 2006).

Instigado por essa ciência, que trata dos mecanismos de funcionamento dos corpos e das máquinas, Taylor buscou desvelar e expor regras e leis sobre os movimentos e tempos empregados na execução das atividades dos trabalhadores, utilizando para tal um pensamento matemático. A definição dos requerimentos de formação e de perfil profissional passou a ser feita com base nas necessidades que tal sistema impunha à ocupação de postos de trabalho (MACHADO, 2007).

De acordo com Barnes (1977), em seu livro *Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho*, Taylor encontrou a maneira correta de executar cada uma das operações, ensinando aos operários como fazê-las, mantendo constantes todas as condições de maneira que pudessem executar suas tarefas sem dificuldades, estabelecendo tempos-padrão para o trabalho.

Conforme Amaro (2012), com o objetivo de melhorar a eficiência nas operações e nos postos de trabalho, Taylor foi o precursor do estudo de tempos e métodos. O sistema Taylor consistia na divisão do processo de produção nas suas diferentes etapas e no seu estudo em separado.

Não restam dúvidas de que o taylorismo propiciou um desenvolvimento da eficácia e eficiência que acompanha a evolução da racionalidade instrumental do capitalismo. No caso das tecnologias contribui para um arranjo espacial e diminuição dos custos em materiais e matérias primas utilizados no processo de produção de mercadorias. Por outro lado, ao dividir em parcelas e padronizar os gestos, movimentos, pausas e tempos na execução de tarefas, diminuiu substancialmente os gastos em energia humana e mecânica (FERREIRA, 2000).

Alguns anos após Taylor ter iniciado seu trabalho com estudo de tempos, Frank B. Gilbreth, o pai do estudo de movimentos, iniciou sua técnica de uso da câmera cinematográfica para estudar os movimentos requeridos para a execução de certas tarefas (BORBA et al., 2008).

Ainda conforme Borba et al (2008), Gilbreth subdividiu os elementos de Taylor em movimentos básicos que ele chamou de *therbligs* (conjunto de movimentos fundamentais necessários para o trabalhador executar operações em tarefas manuais). Esses *therbligs* foram usados para estabelecer o tempo padrão de uma operação como Taylor o fez com os seus elementos.

De acordo com Moretti et al. (2009), o filme proporciona o meio de obter tantos detalhes quanto sejam desejados e possui maior precisão e flexibilidade do que qualquer outra técnica, produzindo um registro permanente e completo do método de trabalho.

O estudo de movimentos foi realizado por Frank Gilbreth e sua esposa Lillian Gilbreth. Através dos conhecimentos de psicologia de Lillian e a formação em engenharia de Frank, os dois realizaram estudos avaliando os métodos utilizados pelos operadores, e assim o casal conseguiu desenvolver métodos mais ágeis, os quais podem ser utilizados em diferentes funções (BARNES, 1977).

Amaro (2012), estabelece que baseados na anatomia e na fisiologia humana, o casal realizaram um estudo sobre os movimentos e os efeitos de fadiga na produtividade do operador,

concluindo que a fadiga leva à diminuição da produtividade e da qualidade do trabalho, com perda de tempo, aumento da rotação de pessoal, de doenças e de acidentes.

Segundo Barnes (1977, citado por FELIPPE et al., 2012), os principais impulsos para o desenvolvimento dos sistemas de tempos predeterminados partiram de Frederick W. Taylor e de Frank B. Gilbreth. O estudo de tempos teve seu início em 1881 na usina da *Midvale Steel Company* e Taylor foi o seu principal introdutor.

De acordo com Mello, Fugulin e Gaidzinski (2007), o conceito de tempo, do qual fazemos uso, situa-se em um alto nível de generalização e de síntese, sendo um dos mais ricos patrimônios sociais do saber. O tempo tem merecido destaque especial, principalmente no campo das ciências humanas e sociais, pois descobriu-se o seu valor nas organizações, isto é, no trabalho e também fora dele.

A busca incessante por competitividade exige que as empresas tornem seus processos eficientes, para tanto é necessário que sejam identificados os recursos disponíveis, que haja mão de obra qualificada para a execução das atividades e que se faça uma análise de fatores que auxiliam no planejamento, como a mensuração do tempo gasto nas atividades. Esse estudo pode ser um importante aliado para obter respostas em relação à produtividade de uma empresa (VELOSO et al., 2012, p. 2).

Ainda conforme Veloso et al. (2012, p. 3), a cronometragem dessas atividades é uma ferramenta relevante para a realização do PCP (Planejamento e Controle da Produção), contribuindo significativamente para a eficácia do arranjo produtivo e para o monitoramento dos processos, viabilizando um melhor aproveitamento da capacidade produtiva da empresa.

Existem muitas maneiras de melhorar a utilização dos recursos dentro de uma empresa com esses objetivos e uma delas é pelo estudo dos tempos improdutivo. Tempo improdutivo é todo aquele tempo que não agrega valor ao produto. Os tempos improdutivo podem ser identificados também pela medição dos indicadores de desempenho das operações de fabricação (GUADAGNIM, 2008).

Conforme Bonatto e Kovaleski (2013), o estudo de tempos e movimentos é um instrumento básico, o qual possui os seguintes objetivos: eliminação do desperdício de esforço humano, adaptação dos operários à tarefa, treinamento dos operários, especialização do operário e estabelecimento de normas de execução do trabalho.

O estudo de tempos e movimentos objetiva a determinação da capacidade produtiva de um setor ou de uma linha de produção. Desta forma, é possível a comparação com a capacidade real, gerando informações para tomada de decisões (COSTA et al., 2008).

Para Felipe et al. (2012), o estudo de tempos e métodos pode ser definido como um estudo de sistema que possui pontos identificáveis de entrada – transformação – saída, estabelecendo padrões que facilitam as tomadas de decisões.

Os estudos de tempos e movimentos auxiliam no trabalho operacional e sistemas administrativos, para que se atinjam os objetivos da organização resultando em aumento de rendimento operacional e induzindo maior satisfação ao pessoal de produção, principalmente. Também são usados no equacionamento do processo geral de solução de problemas (BARNES, 1977).

Peinado e Graeml (2007, p.85), ressaltam que o objetivo da aprendizagem é dominar a técnica para realizar um estudo de tempos (cronoanálise), compreender e calcular tempos padrões de operações e sua utilidade prática nas organizações.

Guadagnim (2008), afirma que é uma técnica de medida do trabalho, usada para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada. Entender as consequências do tempo de trabalho é uma parte importante no projeto de sistemas produtivos.

Com o estudo dos tempos e movimentos, o trabalho foi decomposto em parcelas cada vez mais elementares e simplificadas. Cada tarefa passou a corresponder a um posto de trabalho, o qual deveria ser ocupado não por qualquer trabalhador, mas pelo homem certo, isso significa que Taylor percebeu a importância de se aprimorarem as formas de recrutamento. Estas passaram a ter como objetivo principal selecionar de maneira criteriosa o trabalhador mais adequado para cada tarefa, para cada posto de trabalho, o que ficou conhecido como “o homem certo no lugar certo” (MERLO; LAPIS, 2007).

O instrumento básico para se racionalizar o trabalho dos operários era o estudo de tempos e movimentos (*motion-time study*). O trabalho é executado melhor e mais economicamente por meio da análise do trabalho, isto é, da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação de uma tarefa (CHIAVENATO, 2004, p. 57).

O estudo de tempos corresponde a uma técnica de medida do trabalho que permite registrar os tempos e os fatores da atividade para os elementos de uma dada operação ou tarefa, executada em determinadas condições, analisando os dados recolhidos, de modo a obter-se o tempo necessário para executar esta tarefa com um nível de rendimento bem definido (CUNHA, 2012).

Como há sempre um método mais rápido e um instrumento mais adequado que os demais, esses métodos e instrumentos melhores podem ser encontrados e aperfeiçoados por

meio de uma análise científica e um acurado estudo de tempos e movimentos, em vez de ficar a critério pessoal de cada operário tarefa (CHIAVENATO, 2004, p. 56).

De acordo com Novais et al. (2011), os métodos encontrados para auxiliar na gestão de tempo do projeto facilitam na tomada de decisões e designação de recursos a atividades de acordo com o seu sequenciamento e técnica empregada.

A importância dos estudos de tempos e movimentos se dá em vários aspectos, principalmente quando se relaciona às suas inúmeras aplicações (SILVA et al., 2004).

A definição do tempo dos ciclos dos equipamentos, crucial aos projetos de sistemas de produção, não devem levar em consideração as limitações físicas e cognitivas dos colaboradores (DEMARCHI; KOVALESKI; KAIZER, 2005).

A análise de estudos de tempos e movimentos em uma linha de montagem de carrocerias elaborado por Cunha (2012), conduziu à identificação dos vários tempos envolvidos nas atividades de produção, permitindo identificar melhorias no processo.

Silveira e Salustiano (2012), afirmam que a tendência atual para o aumento da eficiência em todos os tipos de trabalho despertou interesse generalizado no estudo de movimentos e de tempos, esse estudo ganhou notoriedade quando Taylor percebeu que onde quer que se execute um trabalho manual existe sempre a necessidade de se encontrar o meio mais econômico de ser executada a tarefa e de determinar o tempo-padrão em que a mesma pode ser realizada. O objetivo de Taylor era obter o máximo de rendimento do homem no trabalho.

Segundo Almeida (2008), os estudos de tempos e métodos também são chamados de medida do trabalho. Swann (1973, citado por ALMEIDA, 2008), apresenta a definição do *British Standards Institute* do estudo do trabalho como sendo um termo genérico para aquelas técnicas, particularmente os métodos de estudo e medição do trabalho, que são utilizadas para examinar o trabalho humano em todos os contextos e que levam sistematicamente a todos os fatores que afetam a eficiência e economia das situações sendo revistas para gerar melhorias.

Tal sistema para determinação dos tempos é recomendado para a aplicação em empresas que possui o uso intensivo da mão de obra, em que o tempo para a fabricação de um produto é influenciado diretamente pela ação do homem e não pelo uso de uma máquina (SOUZA JÚNIOR, 2010).

Tuji Júnior, Rocha e Sabá (2002), elaboraram um trabalho em uma fábrica de colchões onde foi possível identificar que mesmo ao analisar uma equipe extremamente experiente encontrou-se falhas na sua metodologia de trabalho apesar dos anos de treinamento. Ao implementar mudanças na rotina de trabalho foi fator decisivo a disposição dos operadores em

encontrar soluções para os problemas existentes. Este trabalho proporcionou para esta fábrica de colchões um retorno financeiro imediato.

2.2 Cronoanálise

O tempo ocioso do operador, por exemplo, necessidades fisiológicas e quebra de máquina, também são analisados, onde o cronoanalista direciona e otimiza a sequência operacional analisando o melhor procedimento a ser executado em determinadas atividades (VIEIRA, 2011). Costa et al. (2008), em um trabalho de determinação da capacidade produtiva em uma empresa de cosméticos através do estudo de tempos e movimentos, foi notada, também, uma falta de planejamento e comunicação do setor estudado com o setor de produção onde o funcionário encarregado de receber a matéria-prima e alimentar o início da linha permanece grande parte do tempo ocioso devido à falta de material.

De acordo com Peinado e Graeml (2007, p.95), o estudo de tempos: é a determinação com o uso de um cronômetro, do tempo necessário para se realizar uma tarefa. O termo “cronoanálise” é bastante utilizado nas empresas brasileiras para designar o processo de estudo, mensuração e determinação dos tempos padrão em uma organização.

A tomada ou cronometragem de tempos é a base para a elaboração de planos de produção, do equilíbrio das linhas, da medição de desempenho de cada célula e da performance de cada colaborador (MARQUES, 2008).

De acordo com Felipe et al. (2012), a cronometragem possui uma terminologia especial, portanto alguns dos termos especiais empregados na cronometragem ou estudo de tempos devem ser definidos para propiciar a melhor compreensão dos resultados.

2.3 Desperdícios – otimização da produção

Cunha (2012) afirma que para eliminar o desperdício é necessária a implementação de uma metodologia e o estudo das condições de trabalho. De igual importância é a existência da padronização do método de trabalho, para que este seja feito sempre do mesmo modo.

Segundo Almeida (2008) vive-se em um mundo de recursos escassos e a sociedade está cada vez menos aceitando pagar o alto preço dos desperdícios. Para obter o sucesso, as empresas necessitam cada vez mais melhorar sua produtividade e eliminar os desperdícios para oferecerem produtos que, além de qualidade, possuam prazos e custos competitivos.

Venâncio, Figueiredo e Bezerra (2012) aplicaram um estudo de tempos e movimentos em uma fábrica de molduras e com os dados obtidos foi possível visualizar o problema que eram distâncias entre os postos de trabalho dos montadores e os estoques de vidro, duratex e molduras.

Simões e Silva (2010) salientam que o estudo de tempos e movimentos, deve ser empregada como ferramenta de auxílio para o dimensionamento adequado da mão-de-obra, o qual pode originar alterações na lucratividade.

2.4 Planejamento operacional – dimensionamento operacional

Segundo Maynard (2001, citado por ALMEIDA, 2008), um bom planejamento permite analisar movimentos, locais de trabalho e dispositivos projetados de acordo com a necessidade antes da produção ser iniciada, isto supondo fluxo regular de materiais. Neste caso, qualquer dificuldade que possa aparecer pode ser testada antes de começar a produção.

Ainda de acordo com Almeida (2008) a metodologia da medição do Tempo e de Métodos (*Methods Time Measurement – MTM*) é um instrumento para descrever, estruturar, configurar e planejar sistemas de trabalho por meio de módulos definidos de processo, sendo, portanto, um padrão eficiente de sistemas de produção.

Conforme Chiavenato (2004, p. 102) princípio de planejamento significa substituir o critério individual do operário, a improvisação e a atuação empírica e prática por métodos baseados em procedimentos científicos.

Borba et al. (2008) atesta que o uso destes sistemas de estudo de tempos e movimentos cresce para a estruturação da documentação para efeito de planejamento dos tempos, na forma de módulos de processo estruturados em vários níveis, nas planilhas de cálculo ou em fórmulas. Assim reduz-se o esforço para elaboração dos documentos de análise do cálculo do tempo.

Para Nogueira et al. (2007), a análise de tempos e movimentos proporcionou uma análise muito mais abrangente do que a simples verificação da capacidade produtiva de uma operação, indicando do quanto às indústrias necessitam de um olhar cada vez mais

especializado em seu chão de fábrica, buscando a otimização de seus processos a partir de mudanças técnicas e culturais.

Em sistemas produtivos intensivos no uso da mão-de-obra, o estudo de tempos é uma ferramenta importante na definição da capacidade produtiva, definida por Moreira (2009, citado por PEREIRA et al., 2011), como sendo a máxima quantidade de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva em um dado intervalo de tempo.

Ao realizar um estudo de tempos e movimentos, faz-se necessário saber se o processo está realmente preparado para um estudo desse tipo. Neste caso realizou esta pesquisa em uma indústria de sorvetes com o propósito de saber se o setor estava preparado para um aumento de demanda, caso fosse necessário, qual seria a exigência que o mesmo teria para produzir o dobro do que produz atualmente aumentando a qualidade de processo (OLIVEIRA; FONTENELLE; BEZERRA, 2012).

Este estudo de tempos e movimentos implicou em uma diminuição drástica no quadro de funcionários, já que cada homem produzia mais em menos tempo. Desta forma, condicionando inconscientemente o trabalhador a se enquadrar ao sistema tendo como fato normal à desumanização do trabalhador, pois quando o que interessa é a produtividade (FERREIRA, 2006).

Piccinini (1992), referiu-se a uma nova forma de organização do trabalho, mantendo o controle e possibilitando à empresa ter rápido acesso aos pontos de estrangulamento do processo ou de falhas na produção, diminuindo o número de supervisores.

A produtividade de um recurso é a quantidade de produtos ou serviços produzidos num intervalo de tempo dividido pela quantidade necessária desse recurso. A produtividade de cada recurso pode e deve ser medida (NOGARA; NORO; BIANCHI, 2007).

Assim, Simões e Fenner (2010), definem eficiência operacional como o percentual do tempo das atividades efetivas, ou seja, engloba todas as atividades parciais que ocorreram repetitivamente durante o decurso do trabalho e que resultam em produção.

Conforme Taylor (1970, citado por BONATTO; KOVALESKI, 2013), quando há execução de trabalho manual é necessário encontrar o meio mais econômico de se efetuar a operação, e posteriormente, é preciso determinar a quantidade de trabalho que deve ser realizada em um dado período de tempo.

Afirmam Oliveira, Fontenelle e Bezerra (2012), conforme seus estudos em uma indústria de sorvetes afirma que é de suma importância que os empresários busquem melhor conscientização a fim de obter mão-de-obra mais especializada no planejamento e controle de

produção, de modo a utilizar seus recursos de forma mais otimizada, sem causar problemas para o futuro.

Ocasionalmente, a fim de evitar problemas de gargalos, exige-se dos colaboradores um ritmo acelerado e conduzido pela velocidade das linhas produtivas, porém não se avalia a real produtividade em função deste ritmo imposto e das condições limitantes de cada pessoa (DEMARCHI; KOVALESKI; KAIZER, 2005).

De acordo com Moraes, Oliveira e Lobo (2007), utiliza-se como base para o levantamento e avaliação de tempos e métodos uma ferramenta quantitativa que avalia o potencial de determinados trabalhos ocasionarem distúrbios, como fadiga, desconforto, dificuldades e lesões, possibilitando adequar a carga de trabalho à capacidade produtiva dos trabalhadores.

O principal objetivo do Estudo de Tempos e Métodos é proporcionar à direção da empresa o conhecimento real do tempo necessário para produzir um determinado produto. Por consequência, passa-se a conhecer a capacidade de produção dos funcionários, a capacidade de produção das máquinas e, por fim, a capacidade de produção da empresa (MORETTI et al., 2009).

2.5 Determinação do tempo padrão

O estudo de tempos pode ser calculado através de três métodos distintos: estimativa de tempo, análise de dados históricos e medição de tempo. A estimativa de tempo era o método mais utilizado antigamente no estabelecimento de padrões (AMARO, 2012).

Em busca da otimização dos processos operacionais, o estudo de tempos e movimentos destaca-se por encontrar a maneira mais econômica de fazer o trabalho, padronizando os métodos, materiais, ferramentas e equipamentos, bem como no apoio na formação dos trabalhadores para empregar um novo método (LEITE et al., 2013).

Logo, o tempo-padrão para cada elemento é constituído por duas partes, que são: o tempo básico (1), tempo levado por um trabalhador qualificado, que faz um trabalho qualificado com desempenho padrão; e a tolerância (2), concessões acrescentadas ao tempo básico para permitir descanso, relaxamento e necessidades pessoais (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Para Veloso et al. (2012), em um estudo realizado em um serviço de revisão de motocicletas, a determinação do tempo padrão para uma operação, deve-se estar seguro que as cronometragens são válidas. Uma maneira eficaz e tecnicamente correta de verificar esse fato é utilizar o gráfico de controle de qualidade.

Novo (2008), ressalta que o estudo de tempos pode ser utilizado para a determinação de tempos *standard* para operações ou tarefas já sistematizadas ou como ferramenta de apoio ao estudo de métodos como apoio à análise (fator medição). Conforme Ferreira (2000), em relação à divisão do trabalho a estandardização dos gestos, movimentos, pausas e a medição padronizada dos tempos para executar uma determinada tarefa, resultou no desenvolvimento da divisão em parcelas e especialização do “saber-fazer” do operariado.

Barnes (1977), afirma que ao se adotar o estudo de tempos, devem ser considerados os equipamentos e o desenvolvimento de processos apropriados para cada caso específico. Devem ser consideradas a avaliação do ritmo, a determinação das tolerâncias e do tempo padrão para a execução das tarefas, a diferença entre a operação manual e mecanizada. A avaliação preliminar da utilização de tempos, tais como tempos pré-determinados, tempos padrão a partir de tempos elementares são fundamentais para que possam ser identificados os sistemas e determinadas as matrizes, ferramentas e fórmulas a serem utilizadas.

A coleta dos dados de tempos e movimentos foi efetuada pelo método de cronometragem de tempo contínuo. Esse método de acordo com Simões e Silva (2010), caracteriza-se pela medição do tempo sem detenção do cronômetro, isto é, de forma contínua.

Dessa forma, foi avaliado um único posto de trabalho com base nos fins produtivos. Para Vergara (2014), esse tipo de avaliação, é caracterizado como investigação empírica, realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo.

2.6 Método do caminho crítico

Por planejamento entende-se uma rotina antecipada de ação. Controle, por sua vez, é o confronto periódico e sistemático, do planejado com o realizado e a adoção de medidas corretivas correspondentes. Dados fundamentais para o planejamento da produção, portanto, são o roteiro de execução, ou seja, a lista exaustiva e ordenada das operações necessárias à execução, os tempos de execução e o montante dos recursos disponíveis à produção (SÁ, 1965).

Conforme Codas (1987), os métodos de planejamento que se seguiram foram os da análise de redes, como o CPM (*Critical Path Method*; 1957) pela Dupont, e o Pert (*Program Evolution and Review Technique*; 1958), pelo Escritório de Projetos Especiais da Marinha dos EUA; o primeiro foi dirigido à implantação de projetos industriais e o segundo, a projetos militares ligados à corrida espacial.

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término definidos afirma o guia PMBOK (2008, citado por NOVAIS et al., 2011).

Os principais resultados de um projeto são o cumprimento dos objetivos de desempenho técnico, dos custos e de cronograma (CLELAND; IRELAND, 2002).

Segundo Contador (1997, citado por PADILHA et al., 2004), em um estudo realizado em uma empresa desenvolvedora de sistemas ERP, para garantir não somente maior confiabilidade na determinação dos prazos, mas também que os mesmos sejam efetivamente cumpridos, procurou-se analisar o projeto com mais detalhes. Nessa análise, foi utilizada a ferramenta PERT, com o objetivo de avaliar cada atividade do projeto e definir as atividades críticas, nas quais devem ser utilizados mais recursos para garantir a duração programada.

Conforme Vavassori, Souza e Fiamoncini (2001), no que tange ao gerenciamento de projetos, observa-se que este frequentemente acarreta várias questões conflitantes, tais como: não há tempo para executar a tarefa, o trabalho é muito complexo ou o orçamento não é adequado. Para proceder nestas situações, Strauss (1997, citado por VAVASSORI; SOUZA; FIAMONCINI, 2001), recomenda que, deve-se entender e considerar as 3 dimensões gerais do gerenciamento de projeto: tempo, tarefa e recursos. Portanto, são nestes fatores que foi centrado o projeto da ferramenta, no que se refere a questão de planejamento. Estes três fatores constantemente interagem em um projeto, mudando a prioridade e variando em importância conforme o projeto avança. Entender como estes fatores interagem fornece uma perspectiva objetiva do processo de desenvolvimento. Cada uma das dimensões pode ser definida e exemplificada da seguinte maneira:

- Tempo: o tempo requerido refere-se ao cronograma – especialmente ao *deadline* (data final). Esta data depende da natureza da tarefa (projeto) e da disponibilidade de recursos.
- Tarefa: refere-se ao o que exatamente está sendo desenvolvido. É o escopo do trabalho a ser realizado: a grandeza e a complexidade da aplicação final. Ou seja, consiste na especificação dos requisitos, no projeto funcional, etc.

- Recursos: basicamente se referem a quanto dinheiro está disponível para ser gasto no projeto e como o dinheiro é aplicado em termos de pessoas, material e equipamento.

O problema de determinação do caminho K-Crítico em redes PERT foi estudado por Dodin (1984, citado por CONTADOR, 1998), e afirma que o algoritmo apresentado busca determinar os k caminhos mais longos no projeto onde as atividades possuem duração probabilística. Esse algoritmo possui as seguintes características:

- A duração das atividades do projeto deve possuir distribuição de probabilidade discreta (o autor apresenta uma metodologia para discretizar a distribuição de probabilidade quando esta for contínua);
- Identifica os k caminhos do projeto que dominam os demais caminhos em probabilidade (um caminho P1 domina o caminho P2 em probabilidade se $P[T(P1) > T(P2)] > P[T(P2) > T(P1)]$, onde $T(P_j)$, $j = 1, 2$ é a duração do caminho P_j);
- O procedimento apresentado nem sempre conduz à solução exata (trata-se, portanto, de uma heurística).

O guia PMBOK (2008, citado por NOVAIS et al., 2011), afirma que riscos sempre estão contidos em um projeto e, por isto, o aumento da duração de um caminho não crítico pode torná-lo crítico, além de antecipações, esperas, entre outras restrições do cronograma. O guia PMBOK ainda aponta os três tipos de estimativas de durações utilizadas nesse método:

- Mais provável (T_m): a duração da atividade é baseada nas expectativas realistas de disponibilidade para executar a atividade, dados os prováveis recursos a serem designados e sua produtividade.
- Otimista (T_o): a duração é determinada de acordo com o melhor cenário para a atividade.
- Pessimista (T_p): a duração é determinada de acordo com o pior cenário para a atividade.

Conforme Sommerville (1992, citado por BROCHADO; PITHON; MONETTO, 2004), o Gráfico de Gantt foi desenvolvido em 1917 pelo engenheiro e cientista social Henry L. Gantt com o objetivo de ser uma ferramenta de controle de produção, que mostra as tarefas/atividades, ações e o tempo despendido no projeto.

2.7 Diagrama ou gráfico de Gantt

De acordo com Vavassori, Souza e Fiamoncini (2001), o gráfico de Gantt é um tipo de gráfico de barras que graficamente ilustra quanto tempo uma tarefa levará, referenciando quando esta inicia e quando deverá ser concluída.

Gantt dedicou-se à organização de indústrias percebendo a necessidade de planejar os tempos previstos para cada operação, deixando claro para os colaboradores um controle visual da situação dos tempos reais executados, representados por um gráfico definido por barras horizontais, onde cada barra indica o tempo de execução para cada tarefa determinada em um processo (BORGES et al., 2013).

Portanto, este gráfico representa o tamanho de uma tarefa, além do percentual completado de cada tarefa até o momento, descreve Sommerville (1992, citado por VAVASSORI; SOUZA; FIAMONCINI, 2001). O autor expõe também que para facilitar o gerenciamento o gráfico de Gantt permite agrupar as tarefas. Deste modo, o gráfico de Gantt implementado permite visualizar as atividades com as datas de início e término associadas e os links, permitindo também a decomposição das atividades em subatividades. Além disso, a ferramenta permite visualizar o gráfico de Gantt referente às fases do processo de desenvolvimento do projeto.

De acordo com Hirschfeld (1987, citado por MATEUS, 2001), posteriormente à utilização ordinária do cronograma de barras ou Gantt, foram surgindo técnicas de gerenciamento de projetos, quando em 1957 a empresa *E.I. Du Pont de Nemours*, sob a liderança de Walkers, com assessoria da empresa *Remington – Sperry Rand Corporation*, com a liderança de Kelley, desenvolveu um método de programação chamado CPM ou Método do Caminho Crítico, que privilegiava o controle preciso do tempo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para tal estudo utilizou-se um cronômetro digital da marca *Technos* para obtenção dos tempos. Esses cronômetros possuem graduação até a escala de milésimos, porém ponderou-se até a escala de segundos, em razão da facilidade do registro dos dados.

3.2 Métodos

O estudo foi desenvolvido em uma empresa metal mecânica automobilística, localizada na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. Foram observadas as atividades parciais que compõem as etapas de fabricação de uma tampa utilizada para inspeção de componentes.

Após um estudo piloto foi dado o início a coleta dos dados, os quais foram provenientes das principais atividades que compõem a operação fabril. Para a coleta dos dados foram elaborados formulários de campo conforme Figura 1, obtendo-se as informações sobre os tempos e os movimentos dos colaboradores envolvidos nos processos em estudo.

Figura 1 – Formulário para coleta de dados.

| Estudo de Tempos e Movimentos | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|-------------|------------------------|--------------------|
| Data: | | | | | | | |
| Operação: | | | | | | | |
| Encarregado: | | | | | | | |
| Local: | | | | | | | |
| Total Equipe: | | | | | | | |
| Área: | | | | | | | |
| Hora | Minuto | Segundo | Legenda | Atividade | Obs: | Tempo Total (s) | Duração (s) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Foram selecionados dois trabalhadores para a realização e a amostra foi inteiramente casual. Esta ferramenta destaca-se por sua aplicação que pode ser em qualquer segmento. Para cada ciclo operacional observado, foram anotadas as grandezas relativas para obter o rendimento operacional da atividade a fim.

As atividades parciais foram classificadas em:

- Atividades efetivas (AE) englobavam todos os movimentos planejados que ocorreram repetitivamente durante o decurso do trabalho e que resultavam em produção ou eram necessárias para a realização do trabalho. Atividades efetivas indicavam o grau de eficiência, ou efetividade.
- Atividades gerais (AG) eram todas aquelas que ocorreram repetidamente ou casualmente durante o decurso do trabalho, mas que não resultaram em produção. A cada atividade parcial corresponde o tempo despendido na sua realização.

A busca pelo sistema e o método ideal levou à adoção de técnicas adequadas e possibilitou a proposta de fabricação de novos produtos ou a realização de um novo serviço de modo a aumentar a produtividade por hora e tornar o produto mais competitivo no mercado.

O número de ciclos operacionais foi estimado de acordo com a metodologia proposta por Barnes (1968). Por meio de um estudo piloto foi obtido o número mínimo de ciclos operacionais para um erro de amostragem admissível fixado em 5%, a 95% de probabilidade de acerto conforme a equação:

$$n \geq \frac{t^2 CV^2}{E^2}$$

Onde:

n – número mínimo de ciclos operacionais necessários;

t – valor de t, *Student*, no nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade;

CV – coeficiente de variação dos tempos produtivos (%);

E – erro admissível (%).

Também foi utilizado o coeficiente de variação para verificar a representatividade dos dados coletados em relação ao ponto mediano, elaborado um fluxograma, que é uma forma de representação simples para entender cada transição entre as atividades e o gráfico de Gantt para uma demonstração linear da quantidade de tempo despendido em cada atividade.

3.2.1 Etapas do processo produtivo

Para a realização da cronoanálise, foram separados os movimentos operacionais em ciclos operacionais, para assim quantificar o tempo necessário para a realização da operação, classificados em tempos produtivos (TP); tempos auxiliares (TA); tempos improdutivos (TI).

Os TPs foram compostos pelas atividades de:

- Dobrar chapa: tempo despendido para efetuar a dobra da chapa em prensa hidráulica;
- Montagem da tampa: etapa necessária para a união dos tubos e cantoneiras de aço, a fim de montar a estrutura de sustentação da tampa;
- Montagem do trinco: tempo utilizado para a fixação do fecho e do trinco na estrutura de sustentação da tampa.

Os TAs contemplaram as seguintes atividades:

- Ajuste do perfil: caracterizado pelo desenho do perfil e pelo corte do excesso da chapa utilizada, em serra fita vertical;
- Deslocamento entre postos de trabalho: tempo despendido para deslocamentos do colaborador entre postos de trabalho para a obtenção de das medidas da tampa a ser produzida;

- Deslocamento até máquinas/equipamentos: tempo de deslocamento até outras seções da empresa, para utilização de máquinas ou ferramentas que não estão dispostas no posto de trabalho em avaliação;
- Obtenção de medidas: tempo dispendido para a medição do vão da tampa no chassi do veículo que utilizará a tampa a ser produzida;
- Preparo da chapa: tempo necessário para realizar as marcações necessárias para efetuar os cortes da chapa, cortes dos contornos e estampo dos furos;
- Preparo do tubo: etapa necessária para as marcações das dimensões necessárias para o preparo dos tubos de aço.

As atividades parciais que resultaram em TIs foram:

- Deslocamento para buscar insumos: trata-se do tempo dispendido até áreas de depósitos para a buscar de insumos necessários para a produção das tampas;
- Espera para uso de máquinas/equipamentos: tempo necessário para iniciar o uso de máquinas/equipamentos;
- Manutenções: tempo necessário para realizar manutenções corretivas de máquinas/equipamentos;
- Necessidades fisiológicas: tempo dispendido para o colaborador realizar as necessidades fisiológicas;

Para a realização das análises, foram separados os movimentos operacionais em classes de tempo para assim quantificar cada etapa necessária para a realização da operação.

Baseado na metodologia proposta por Gago (1986, citado por CARREIRA, 2010) as etapas operacionais foram distribuídas da seguinte maneira:

- Tempos produtivos: aqueles contabilizados quando um equipamento está efetivamente desempenhando sua função produtiva;
- Tempos auxiliares: correspondem aos tempos dispendidos com funções auxiliares, obrigatoriamente exigidas pela operação;
- Tempos improdutivos: englobam os períodos em que o equipamento está disponível para operar, porém não é utilizado em funções gerenciais do sistema, independentes da máquina ou equipamento utilizado;
- Tempos em manutenção: corresponde ao período que a máquina ou o equipamento está em manutenção;

- Horas utilizadas por dia: somatório das horas produtivas com as horas auxiliares diárias, correspondendo ao total de horas em que o equipamento foi efetivamente utilizado;
- Horas disponíveis por dia: tempo em que o equipamento está disponível para operar, ou seja, a soma dos tempos produtivos, auxiliares e improdutivo;
- Horas trabalhadas: corresponde ao tempo total avaliado;

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

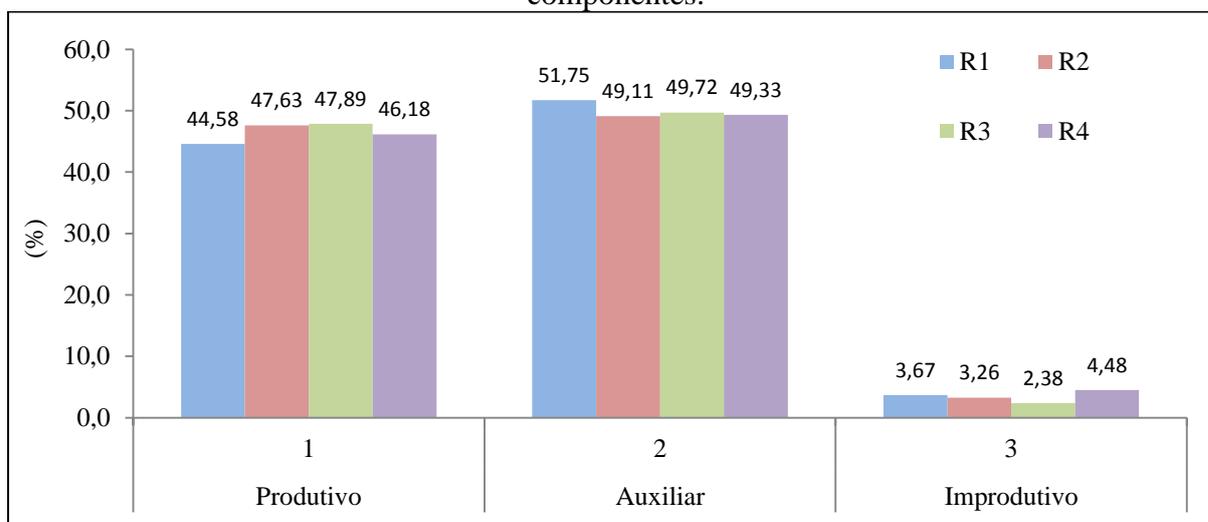
Na Tabela 1 estão os valores dos percentuais de tempos das repetições (R) realizadas.

Tabela 1 – Percentual de tempo de fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes.

| | | R1 | R2 | R3 | R4 |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|
| Produtivo | 1 | 44,58 | 44,63 | 47,89 | 46,19 |
| Auxiliar | 2 | 51,75 | 49,11 | 49,72 | 49,32 |
| Improdutivo | 3 | 3,67 | 3,26 | 2,39 | 4,48 |

Na Figura 2 são apresentados os percentuais dos tempos, sendo esses percentuais com colaboradores que possuem tempo similar de experiência na função. Contudo, observa-se diferenças principalmente para os tempos auxiliares e tempos improdutivos, que podem ser significativos entre si.

Figura 2– Distribuição percentual da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes.



Em todas as observações, percebe-se que os tempos auxiliares são superiores ao tempo produtivo. Nesse âmbito, é necessário a intervenção do gestor para que seja tomada uma medida de minimização do tempo gasto para as atividades auxiliares.

Na Tabela 2, constata-se que entre as atividades parciais que dispenderam maior tempo, está a atividade parcial referente à montagem da tampa, com 35,5% do tempo total necessário para a fabricação da tampa, contudo, é uma atividade que resulta em produção, ou seja, concernente aos tempos produtivos.

Na sequência, temos a atividade parcial de preparo do tubo, que representou 14,0% do tempo total, seguida da atividade de deslocamento entre a célula de fabricação até a linha onde o chassi se encontra, com aproximadamente 13,0%, a atividade do preparo da chapa com um percentual médio em torno de 11,0% e em seguida a atividade de ajuste do perfil com quase 10,0%, sendo essas quatro últimas correspondentes aos tempos despendidos com atividades auxiliares, que se fazem necessárias para a etapa de produção e somadas representam aproximadamente 48,0% do tempo total.

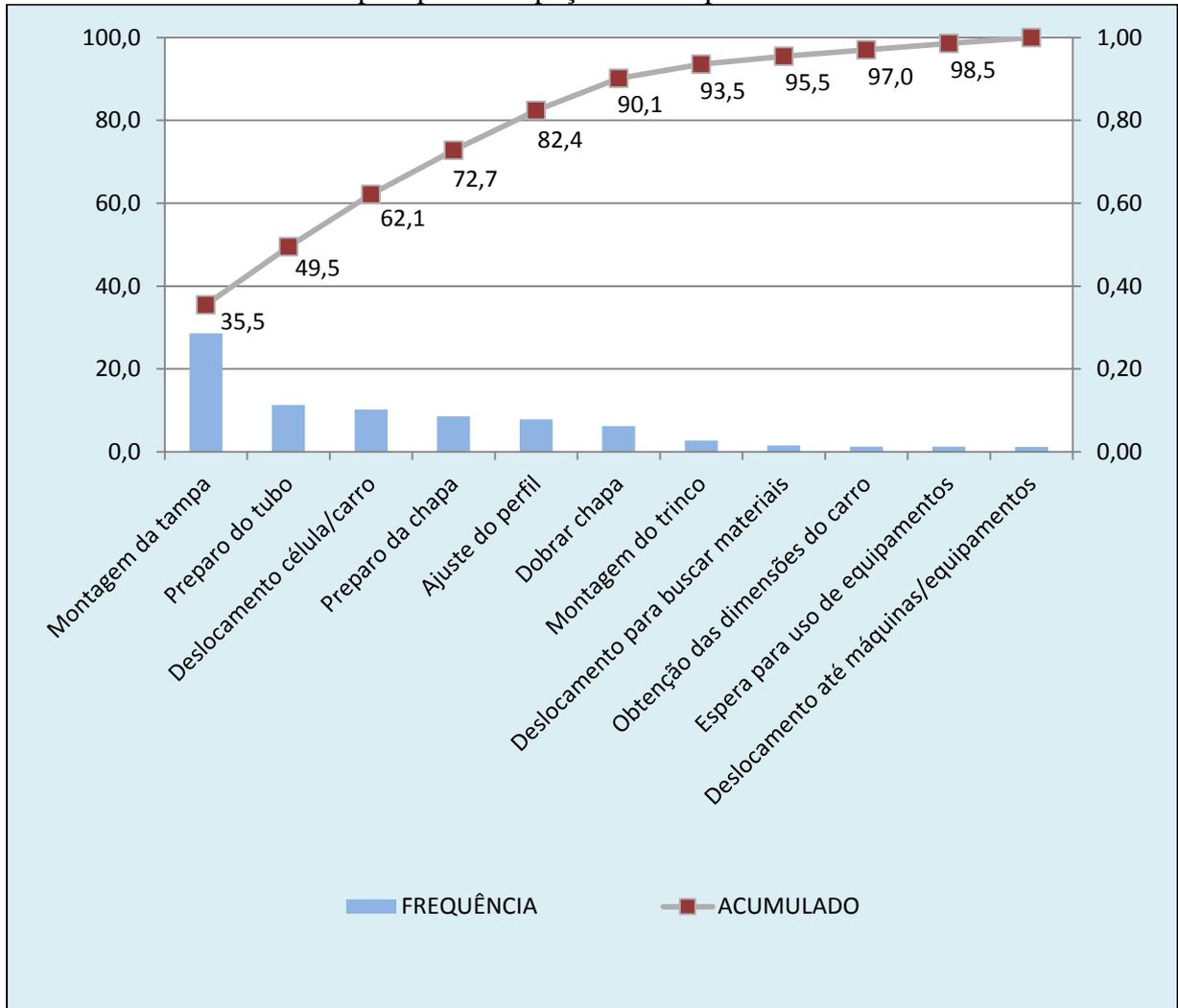
Tabela 2 – Tempos das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes.

| Atividades parciais | Fabricação da tampa | | | | | | | | |
|--|---------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | Tempo médio (s) | Tempo médio (h) | Percentual médio | Desvio Padrão (s) | Coefficiente de Variação (%) |
| Tempo Produtivo (TP) | | | | | | | | | |
| Dobrar chapa | 228 | 221 | 222 | 225 | 224 | 0,06 | 7,7 | 3,16 | 1,41 |
| Montagem da tampa | 950 | 973 | 1142 | 1054 | 1029,75 | 0,29 | 35,5 | 87,12 | 8,46 |
| Montagem do trinco | 97 | 93 | 102 | 101 | 98,25 | 0,03 | 3,4 | 4,11 | 4,19 |
| Tempo Auxiliar (TA) | | | | | | | | | |
| Ajuste do perfil | 262 | 249 | 276 | 335 | 280,5 | 0,08 | 9,7 | 37,97 | 13,54 |
| Deslocamento célula/carro | 365 | 330 | 396 | 374 | 366,25 | 0,10 | 12,6 | 27,45 | 7,50 |
| Deslocamento até máquinas/equipamentos | 48 | 46 | 39 | 37 | 42,5 | 0,01 | 1,5 | 5,32 | 12,52 |
| Obtenção das dimensões do carro | 49 | 48 | 53 | 34 | 46 | 0,01 | 1,6 | 8,29 | 18,01 |
| Preparo da chapa | 303 | 294 | 325 | 313 | 308,75 | 0,09 | 10,6 | 13,33 | 4,32 |
| Preparo do tubo | 453 | 360 | 433 | 381 | 406,75 | 0,11 | 14,0 | 43,50 | 10,69 |
| Tempo Improdutivo (TI) | | | | | | | | | |
| Deslocamento para buscar materiais | 58 | 60 | 40 | 68 | 56,5 | 0,02 | 1,9 | 11,82 | 20,92 |
| Espera para uso de equipamentos | 47 | 28 | 33 | 66 | 43,5 | 0,01 | 1,5 | 17,02 | 39,13 |
| ATIVIDADE TOTAL (AT) | | | | | | | | | |
| | 2860 | 2702 | 3061 | 2988 | 2902,75 | 0,81 | 100,00 | 157,52 | 5,43 |

Pode-se observar que o coeficiente variação médio total foi considerado baixo como cita Scapim, Carvalho e Cruz (1995), ou seja, a variabilidade do sistema é estável deslocando-se da média 5,43%. Nos tempos improdutivo a variabilidade é média para o deslocamento para buscar materiais (20,9%) e alta para a espera de uso de equipamentos (39,1%).

Como pode ser comprovado no gráfico de Pareto, de acordo com a Figura 3, os maiores tempos necessários para a fabricação da tampa para inspeção dos componentes do motor, estão concentrados em 6 atividades parciais de tempos produtivos e auxiliares, que representam 90,1% do tempo total do processo produtivo.

Figura 3 – Gráfico de Pareto das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa do piso para a inspeção de componentes.



Destarte, para que possa haver uma melhor eficiência, se faz necessária a redução dos tempos dessas atividades, sobretudo das atividades que são pertinentes aos tempos auxiliares: preparo do tubo, deslocamento da célula para o carro, preparo da chapa, ajuste do perfil, obtenção da dimensão do carro e deslocamento até máquinas e equipamentos.

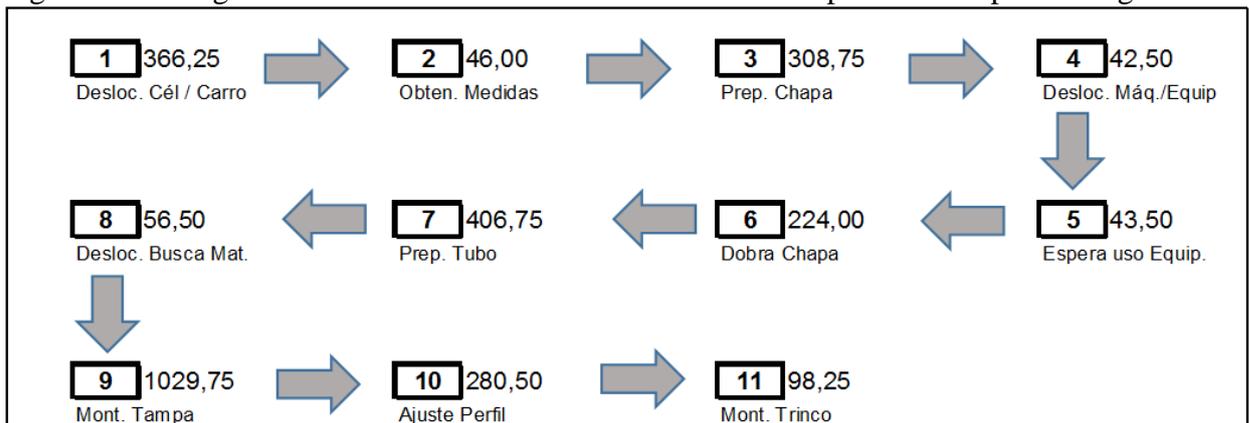
A Tabela 3 exhibe as informações referentes aos tempos médios de todas as atividades. Coloca-se em sequência classificando por ordem de acontecimento, pois assim identifica-se quais operações são dependentes das atividades anteriores.

Tabela 3 – Tempo médio das atividades parciais que compõem da fabricação da tampa e suas seqüências de operações.

| Atividades parciais | Seqüência de operações | Tempo médio (s) | Classificação do tempo |
|--|------------------------|-----------------|------------------------|
| Deslocamento célula/carro | 1 | 366,25 | Auxiliar |
| Obtenção das dimensões do carro | 2 | 46 | Auxiliar |
| Preparo da chapa | 3 | 308,75 | Auxiliar |
| Deslocamento até máquinas/equipamentos | 4 | 42,5 | Auxiliar |
| Espera para uso de equipamentos | 5 | 43,5 | Improdutivo |
| Dobrar chapa | 6 | 224 | Produtivo |
| Preparo do tubo | 7 | 406,75 | Auxiliar |
| Deslocamento para buscar materiais | 8 | 56,5 | Improdutivo |
| Montagem da tampa | 9 | 1029,75 | Produtivo |
| Ajuste do perfil | 10 | 280,5 | Auxiliar |
| Montagem do trinco | 11 | 98,25 | Produtivo |
| ATIVIDADE TOTAL (AT) | | 2902,75 | |

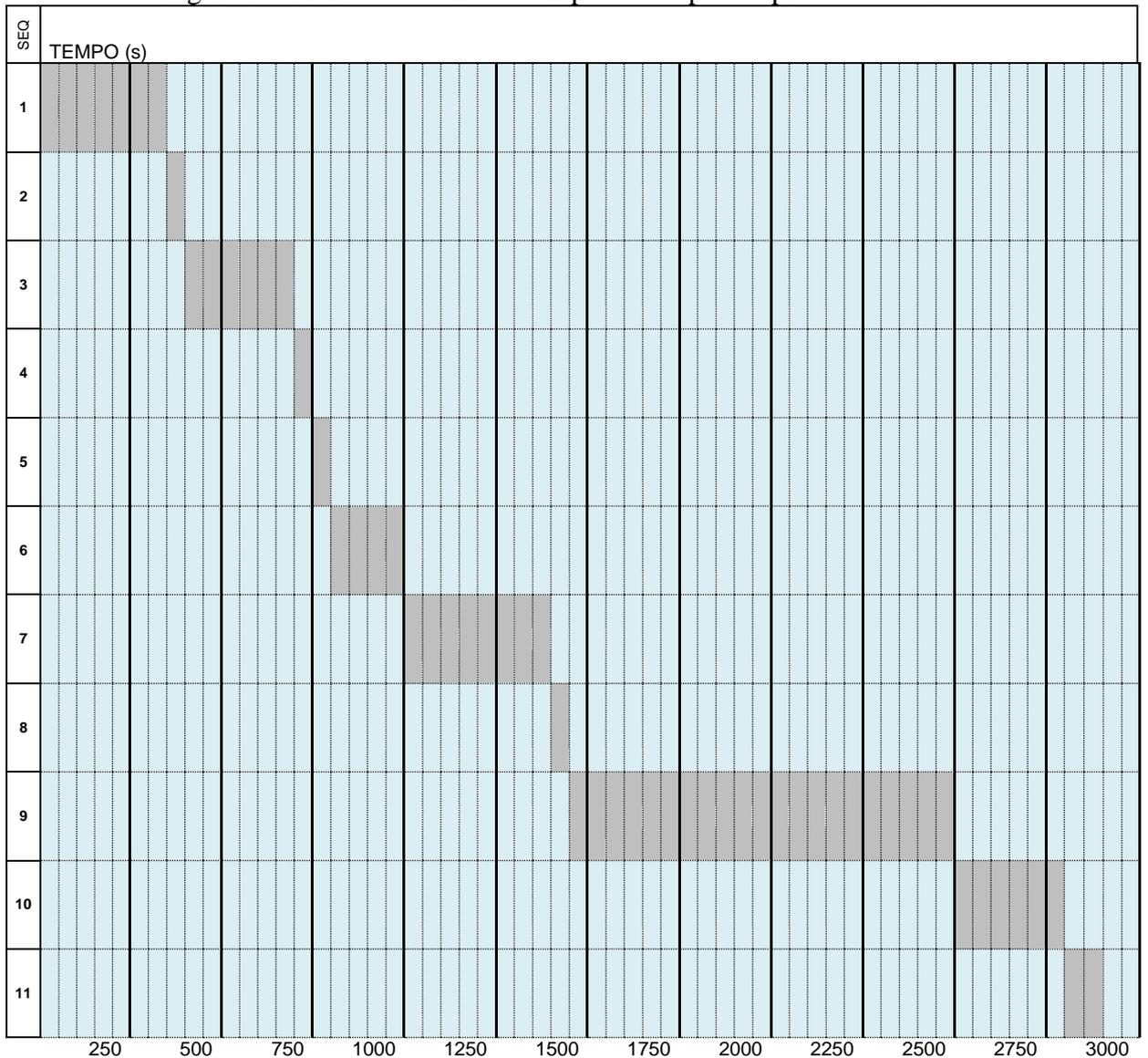
Após a classificação das ordens de acontecimento coloca-se cada atividade e seu respectivo tempo para apresentar o layout atual de acordo com a Figura 4:

Figura 4 - Fluxograma das atividades no cenário atual e seus respectivos tempos em segundos.



O tempo total das atividades era de 2902,75 segundos. Ao aplicar o gráfico de Gantt nas atividades do processo produtivo, pode-se visualizar de forma ampla, conforme a Figura 5:

Figura 5 - Gráfico de Gantt do tempo das etapas do processo atual.



Visualizando de forma abrangente, pode-se identificar a possibilidade de se melhorar o tempo gasto, conforme foi comprovado no estudo de caso realizado por Talamonte et al. (2012), que teve como objetivo a redução do material em processo através de modificações no fluxo produtivo, a redução do *lead time* e a eliminação do estoque de peças acabadas no setor de fabricação de peças e solda da empresa. Iniciou esse estudo de caso com o consumo total do estoque de peças sem haver a reposição deste estoque e efetuaram-se as alterações das ordens de produção de peça a peça para cinco ordens de grandes subconjuntos e uma ordem para a união destes.

Ainda o autor afirma que após este momento, a linha de produção estava validada para seguir de acordo com o novo método de produção. Quando se consegue reduzir o *lead time* de uma fábrica, ocorrem benefícios em efeito cascata, ou seja, neste caso onde o *lead time* foi

reduzido em 50%, junto dele ocorreu à redução de 50% do material em processo produtivo ou WIP (*Work In Progress*), e com isso a empresa pode-se beneficiar de respostas e soluções mais rápidas para os problemas e situações operacionais cotidianas.

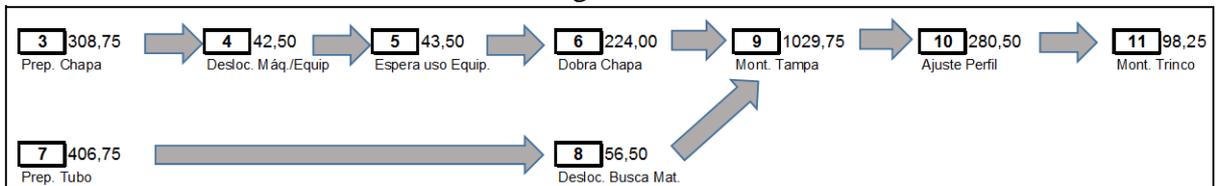
Para Marques (2008), em um trabalho de otimização de processos e tempos de produção, afirma que foram detectadas reduções de até 25% nos tempos de operação no setor da costura para o modelo APC X7 e aumentos de produtividade na casa dos 10% na injeção (acabamento) da Linha 7, resultados para os quais contribuíram algumas das 173 ideias de melhoria implementadas pelo autor em 15 semanas.

Nogara, Noro e Bianchi (2007), em um estudo da relevância do arranjo físico no estudo dos tempos e movimentos em uma indústria, o estudo do padrão da mão-de-obra realizado na empresa e da comparação dos tempos obtidos antes e depois da mudança do layout, conclui-se que em várias operações obteve-se um aumento no padrão de peças fabricadas, e em algumas operações ocorreu a redução da mão-de-obra, demonstrando o quão importante é o estudo da melhor distribuição das instalações físicas possíveis, com intuito de reduzir custos e maximizar os resultados.

Como proposta de melhoria, pode-se realizar uma intervenção no *layout* dos setores do processo produtivo e deverá ser solicitado para que o setor que elabora a estrutura onde essa tampa é encaixada, forneça para o setor de fabricação da tampa previamente, as dimensões do vão livre da estrutura, pois o simples fato da comunicação entre os dois setores, uma vez que ambas pertencem à mesma gestão e estão próximas fisicamente, faz com que se diminua o tempo total de fabricação eliminando os processos de deslocamento entre a célula de fabricação e a linha de montagem onde o chassi se encontra (processo 1) e o tempo de medição do vão (processo 2).

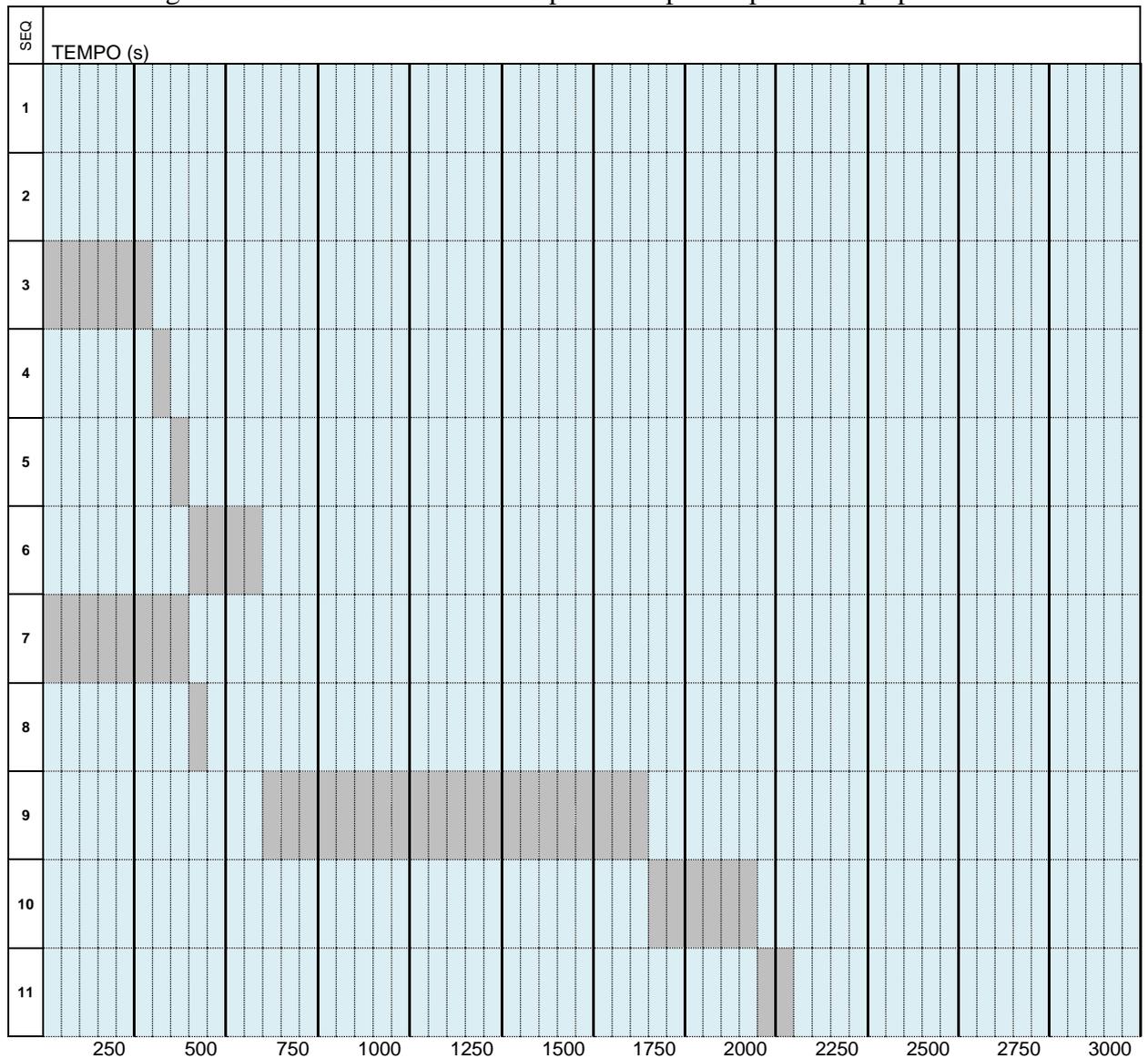
Após a eliminação dos processos 1 e 2 conforme proposto anteriormente, a tampa deverá ser fabricada com processos simultâneos, onde os dois operadores que, no fluxo atual, um espera o outro, passem a trabalhar com atividades concomitantes, ou seja, a operação 03 preparo da chapa simultânea com a 07 preparo do tubo e a operação 06 dobra da chapa simultânea com a 08 deslocamento para buscar materiais conforme mostra a Figura 6:

Figura 6 - Fluxograma das atividades no cenário proposto e seus respectivos tempos em segundos.



Observando o gráfico de Gantt, já com os processos conforme a proposta, percebe-se o quanto ficou menor o tempo final de confecção da tampa de acordo com a Figura 7:

Figura 7 - Gráfico de Gantt do tempo das etapas do processo proposto.



No gráfico de Gantt observa-se que a proposta possibilita uma redução no tempo do processo de 2902 para 2077,25 segundos, ou seja uma redução de 30% aproximadamente. O tempo real somente pode ser obtido com a implantação e validação.

Por serem atividades independentes uma da outra, a eliminação de qualquer uma das atividades não irá impactar no tempo da atividade seguinte, sendo contabilizada a redução somente no tempo total de fabricação da tampa.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto que o estudo de tempos e movimentos nas organizações proporciona uma melhor compreensão do tempo de cada atividade e suas influências na produtividade. O tempo total de fabricação que antes resultava em 2.902,75 segundos, agora baixaria para 2.027,25 segundos conforme a proposta.

O estudo de tempos indica gargalos e sobrecargas de forma clara e desta forma fica muito mais fácil aperfeiçoar os métodos de trabalhos e o ritmo que cada operação precisa para estabilizar o processo, gerando ganhos de produtividade. O sistema produtivo apresentou-se estável com baixo coeficiente de variação, contudo os tempos improdutivos se destacam por alta variabilidade como ocorreu na espera por equipamento.

Ao mensurar o tempo desmembrado de cada operação e analisado as oportunidades de melhorias do ciclo, baseado no uso da ferramenta de tempos e movimentações, consegue-se melhora no fluxo de processos, maior praticidade e reduções nos tempos operacionais.

Os resultados obtidos corroboram que há a possibilidade do aumento da eficiência da etapa do processo produtivo avaliado, sobretudo por meio da otimização do dispêndio com os tempos auxiliares. As atividades parciais que compreendem os tempos de deslocamento e dimensionamento do vão, podem ser eliminadas caso o setor de fabricação da estrutura forneça as medidas aumentando em aproximadamente 14,0% na eficácia do processo de fabricação. Com processos simultâneos será obtido uma redução de 30,1% do tempo total. Esses valores se eliminados permite ao tomador de decisão uma melhor compreensão das atividades parciais do processo produtivo, possibilitando a adoção de medidas mitigadoras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. L. M. **Análise da aplicação do método mtm em empresas de manufatura: estudos de caso** 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina/RS. 2008.
- AMARO, C. I. P. **Estudo de tempos e métodos no setor de pesagem na CIN – Corporação Industrial do Norte** 74 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/ Portugal. 2012.
- BANTEL, C. A. **Análise de extração de madeira de eucalipto com *forwarder* em floresta de primeira e segunda rotação** 145 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) apresentada a Universidade Estadual Paulista/SP. 2006.
- BARNES, R. M. **Motion and time study: design and measurement of work**. 6 ed. New York: John Wiley e Sons, 1968. 799 p.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6. ed. Americana. São Paulo: E. Blucher, 1977. 635p.
- BONATTO, F.; KOVALESKI, J. L. Estudo de tempos e métodos para a elaboração de folha de processos no setor de montagem de cadeiras. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: UTFPR, 2013. p. 1-14.
- BORBA, M.; LINK, C.; ZONTA, A.; DAROS, G. L. Comparação dos métodos de análise de tempos pré-determinados MTM-A1 e MTM-UAS: um estudo de caso junto a uma linha de montagem de telefones. In: XV SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: UFSC, 2008. p. 1-12.
- BORGES, J. P. V.; OLIVEIRA SOBRINHO, J. de; BARBOSA, R. F.; LIMA, T. G. L. de S. Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo gráfico de gantt: um estudo de caso. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: UFCG, 2013. p. 1-16.
- BROCHADO, M. R.; PITHON, A. J. C.; MONETTO, G. M. Ms project no gerenciamento do planejamento de instalações. In: XXXII COBENGE CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: CEFET-RJ, 2004. p. 1-9.
- CARREIRA, M. L. **Desempenho operacional, econômico e energético do transporte de cana de açúcar: um estudo de caso** 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Máquinas Agrícolas) apresentada a Universidade de São Paulo de Piracicaba/SP. 2010.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. São Paulo: Elsevier, 2004. 634p.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. **Gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann e Affonso, 2002. 324p.

CODAS, M. M. B. Gerência de projetos – uma reflexão histórica. **RAE Revista Administração de Empresas**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 33-37, Jan./Mar. 1987.

CONTADOR, J. L. Algoritmo da folga mínima para determinação do caminho k-crítico em redes pert. In: XVIII ENEGEP ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói, RJ: UNESP, 1998. p. 1-8.

COSTA, F. N.; PEREIRA, F. L. M.; ALVES, I. B. S.; CARVALHO, C. A. S.; NUNES, C. E. C. B. Determinação e Análise da Capacidade Produtiva de uma Empresa de Cosméticos através do Estudo de Tempos e Movimentos. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: UEPA, 2008. p. 1-12.

CUNHA, O. M. C. **Implementação da metodologia 5S e análise de tempos e métodos numa linha de montagem de carroçarias**. 88 f. Dissertação (Departamento Engenharia Mecânica) apresentada a Universidade de Coimbra/ Portugal. 2012.

DEMARCHI, V.; KOVALESKI, J. L.; KAIZER, A. A. S. Capacidade de desenvolvimento laborativo no período de experiência – um estudo de caso realizado na indústria de fios Cocamar. In: XII SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: CEFET-PR, 2005. p. 1-8.

FELIPPE, A. D.; CUSTODIO, M. R.; DOLZAN, N.; TEIXEIRA, E. S. M. Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. In: IX SEGeT SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: FURB, 2012. p. 1-10.

FERREIRA, A. P. C. Tecnologia de informação controle e mundo do trabalho: pensar tecnologia na ótica do trabalhador. **Revista Eletrônica de Ciências Sociais**, João Pessoa, n. 11, p. 14-24, Set. 2006.

FERREIRA, J. M. C. Novas tecnologias e organização do trabalho. **Organizações & Sociedade**, Salvador, v. 7, n. 19, p. 91-108, Set/Dez. 2000.

GUADAGNIM, J. L. **Análise dos indicadores de desempenho fabril no setor de usinagem pesada em empresa de produção sob encomenda**. 93 f Dissertação (Engenharia Mecânica) apresentada a Universidade de São Paulo de São Carlos/ SP. 2008.

LEITE, E. S.; FERNADES, H. C.; GUEDES, I. L.; FURTADO JUNIOR, M. R. Avaliação do estudo de tempo e movimentos, produtividade e custo de produção no processo de corte semimecanizado em plantios de eucalipto, **Magistra**, Cruz das Almas, v. 25, n. 2, p. 84-93, abr./jun. 2013.

LIMA, M. C. F. Administração do tempo: um estudo sobre a gestão eficaz do tempo como ferramenta. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 121-144, Jul./Dez. 2011.

LINS, B. E. Breve história da engenharia da qualidade. **Caderno ASLEGIS**, Brasília-DF, v. 4, n. 12, p. 53-65, set/dez 2001.

MACHADO, L. R. S. Usos sociais do trabalho e da noção de competência. In: HIRATA, H.; SEGNINI, L. (Org.) **Organização, Trabalho e Gênero**. Senac, São Paulo, 2007, p. 277-312.

MARQUES, C. A. G. **Tempos e Métodos – Otimização de Processos e Tempos de Produção na Faurecia, Assentos para Automóvel, Lda**. 100 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/ Portugal. 2008.

MATEUS, F. J. **Uma metodologia para análise cognitiva de aplicativo para planejamento executivo na construção de projetos eletromecânicos off-shore**. 235 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) apresentado a Universidade Federal de Santa Catarina/ Florianópolis. 2001.

MATOS, E.; PIRES, D. Teorias administrativas e organização do trabalho: de Taylor aos dias atuais, influências no setor saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 508-514, Jul./Set. 2006.

MELLO, M. C.; FUGULIN, F. M. T.; GAIDZINSKI, R. R. O tempo no processo de trabalho em saúde: uma abordagem sociológica. **Acta Paulista Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 87-90, Jan/Mar. 2007.

MERLO, A. R. C.; LAPIS, N. L. A saúde e os processos de trabalho no capitalismo: reflexões na interface da psicodinâmica do trabalho e da sociologia do trabalho. **Psicologia & Sociedade**, Florianópolis, v.19(1), p. 63, jan./abr. 2007.

MORAES, A. C.; OLIVEIRA, A. R.; LOBO, P. A. M. Otimização e controle de tempos e métodos de trabalho através da sinergia de métodos ergonômicos, estatísticos e computacionais. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR. FIC, 2007. p. 1-9.

MORETTI, I. C.; SAMED, M. M. A.; ANTONELLI, G. C.; FLEMING, M.; CARVALHO, M. H. S. Utilização da filmagem no estudo de tempo e métodos. In: III SIMEPRO SIMPÓSIO MARINGAENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - UEM, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2009. p. 1-4.

NOGARA, C. L. S.; NORO, G. B.; BIANCHI, R. C. A relevância do arranjo físico no estudo dos tempos e movimentos em uma indústria. In: XIV SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: UNIFRA, 2007. p. 1-12.

NOGUEIRA, J. R.; MOREIRA, L. M.; SILVA, R. D. V.; LAGUNA, T. A. Análise da capacidade produtiva de uma fábrica de refrigerantes tubaínas a partir de um estudo de tempos e movimentos. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR. UEPA, 2007. p. 1-10.

NOVAIS, I. F.; JORGE, E. M. de FREITAS; COSTA JÚNIOR, C. P.; SOUZA, D. T. Gerenciamento de projeto otimista (gpo): um método que integra pert/com a ccpm. **Revista de Gestão e Projetos**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 150-165, Jul./Dez. 2011.

NOVO, A. M. R. **Estudo de Métodos e Tempos**. 110f. Dissertação (Engenharia Mecânica) apresentada a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Portugal. 2008.

OLIVEIRA, C. M. G.; FONTENELLE, M. A. M.; BEZERRA, W. L. A. Projeto de engenharia de métodos numa indústria de sorvetes: um estudo de caso. In: VII SEPRONE SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NORDESTE, 2012, Mossoró. **Anais...** Mossoró, RN. UFERSA, 2012. p. 1-9.

PADILHA, T. C. C.; COSTA, A. F. B.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S. Tempo de implantação de sistemas ERP: análise da influência de fatores e aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 65-74, Jan/Abr. 2004.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Centro Universitário Positivo - Unicenp, 2007. 748p.

PEREIRA, T. J. G.; BEZERRA, R. R. R.; OLIVEIRA, F. E.; SAMPAIO, J. G.; SANTOS, A. C. O. Estudo de tempos e movimentos no setor de serviços: determinação da capacidade produtiva e melhoria das operações de um empresa de limpeza de vitrines. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, MG UEPA, 2011. P. 1-12.

PICCININI, V. C. Novas formas de organização do trabalho na indústria calçadista. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 33-40, abr./jun., 1992.

SÁ, G. Métodos “pert” e “cpm”: problemas e aplicações. **RAE Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n. 16, p. 64-94, Jul./Set. 1965.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 5, p. 683-686, Mai. 1995.

SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. P. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 361-366, mai./jun. 2004.

SILVEIRA, L. B. R.; SALUSTIANO, E. O. A importância da ergonomia nos estudos de tempos e movimentos. **P&D em Engenharia de Produção**, Itajubá, v. 10, n. 1, p. 71-80, Março, 2012.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do forwarder na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 711-720, 2010.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 359-366, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 754p.

SOUZA JÚNIOR, A. G. **Estudo comparativo das metodologias de tempos pré-determinados mtm-uas e basic-most – aplicação prática**. 120 f. Dissertação (Engenharia Mecânica) apresentada a Faculdade de Engenharia Industrial/ São Bernardo. 2010.

TALAMONTE, P. R.; JOAQUIM JUNIOR, C. F.; TARRENTO, G. E.; OLIVEIRA, E. M. Eliminação de desperdícios no processo produtivo de uma indústria metalúrgica. In: XIX SIMPEP SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: FATEC, 2012. p. 1-11.

TUJI JÚNIOR, A.; ROCHA, I. O.; SABÁ, R. F. B. Realização de estudo de tempos e movimentos numa indústria de colchões. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR. UEPA, 2002. p. 1-8.

VAVASSORI, F. B.; SOUZA, E. W.; FIAMONCINI, J. C. Ferramenta case para gerenciamento de projetos e métricas de software. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: UNIVALI, 2001. p. 362-367.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014. 104p.

VELOSO, R.; NAZARE, D. B.; CASTRO, F. P.; NEGRAO, L. L. L.; CARNEIRO, M. P. Estudo de tempos aplicado a um serviço de revisão geral de motocicletas na cidade de Redenção-PA. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, RS. UEPA, 2012. p. 1-12.

VENÂNCIO, R. C.; FIGUEIREDO, F. J. S.; BEZERRA, E. H. S. Tempos e movimentos: estudo de caso do processo produtivo de uma empresa de quadros e molduras na cidade de Juazeiro do norte – Ceará. In: VII SEPRONE SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NORDESTE, 2012, Mossoró. **Anais...** Mossoró, RN. URCA, 2012. p. 1-9.

VIEIRA, S. D. **Projeto conceitual de uma célula flexível de manufatura para acabamento de instrumentos cirúrgicos** 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) apresentada a Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS. 2011.