



Henrique Weber Bortoli

**APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DO
PROCESSO DE SUPRIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM
DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE DO RAMO
AGRÍCOLA**

Horizontina

2013

Henrique Weber Bortoli

**APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DO
PROCESSO DE SUPRIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM
DE UMA EMPRESA DE GRANDE PORTE DO RAMO
AGRÍCOLA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Mestre.

Horizontina

2013

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA MELHORIA DO PROCESSO DE
SUPRIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM DE UMA EMPRESA DE GRANDE
PORTE DO RAMO AGRÍCOLA”**

Elaborada por:

Henrique Weber Bortoli

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em:
Pela Comissão Examinadora**

**Mestre. Vilmar Bueno Silva
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Doutor. Fabiano Cassol
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Engenheiro. Edson Luis de Souza
FAHOR – Faculdade Horizontina**

DEDICATÓRIA

À minha família por serem a base que sustenta minha jornada, pelo apoio e compreensão dedicados a mim durante a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por iluminar meu caminho.

Aos meus pais, André e Marisa, e aos meus irmãos, Felipe e Leonardo, por terem acompanhado e incentivado a conclusão desta jornada e pelo apoio e amor incondicional que me foram dedicados.

A minha namorada, Marcela, que esteve sempre presente na minha vida em todas as horas.

Ao meu orientador, Mestre Vilmar Bueno Silva, pelo conhecimento transmitido e pelo incentivo na elaboração deste trabalho.

A todos os amigos e familiares que prestaram seu apoio nesta fase importante de minha vida.

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estivermos possuídos por uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.” (Dalai Lama)

RESUMO

O mercado tem se tornado cada vez mais competitivo em função das novas tecnologias empregadas e da exigência dos consumidores. Assim, este estudo foi realizado no processo de suprimento da linha de montagem da plataforma em uma empresa de grande porte que busca aumentar a sua produtividade e reduzir os custos de produção, padronizando processos e otimizando operações. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo aplicar um método de cronoanálise para o processo de suprimento da linha de montagem responsável pela montagem dos carros kits da plataforma, a fim de definir um tempo-padrão para cada atividade operacional desenvolvida. A metodologia definida para a realização desta pesquisa consiste no uso da pesquisa-ação. Destaca-se que este estudo teve como resultados a identificação de um percentual elevado de atividades que não agregam valor, o que tornou possível o desenvolvimento de uma proposta de nova forma de alocação das peças nas prateleiras do mercado, permitindo uma redução significativa no tempo-padrão e no deslocamento realizado pelo operador para concluir a atividade de montagem dos kits, melhorando o suprimento da linha de montagem e aumentando sua produtividade.

Palavras-chave: Cronoanálise. Tempo padrão. Eliminação de desperdícios.

ABSTRACT

The market has become increasingly competitive due to new technologies employed and consumer demand. Thus, this study was conducted in the supply line process of the platform in a large company seeking to increase their productivity and reduce production costs by standardizing processes and optimizing operations. Given this context, this assignment aims to apply a method to process cronoanálise supply process line responsible for assembling cars kits platform in order to set a standard time for each operational activity developed. The methodology for this research is the use of action research. It is noteworthy that this study has identified results of a high percentage of non-value so activities, which made possible the development of a proposal for a new way of allocating parts on the market shelves, allowing a significant reduction in standard time and displacement made by the operator to complete the assembly activity kits. In general aspect, a reduction was achieved handling losses, reducing time pattern of the completion of the supply operation and improved assembly line, increasing its productivity.

Keywords: Chrono-analysis. Standard time. Waste disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de uma operação	22
Figura 2 - Curva de fadiga de um dia de trabalho de 8 horas	27
Figura 3 – Folha de Cronoanálise	29
Figura 4 - Folha de Cronoanálise – tabelas e gráficos	30
Figura 5 - Fluxograma do processo de montagem dos kits.....	37
Figura 6 - Gráficos de agregação de valor da operação	41
Figura 7 - Layout atual da alocação das peças de montagem do kit no mercado.....	42
Figura 8 - Layout proposto para a alocação das peças no mercado.....	43
Figura 9 - Gráfico de agregação de valor da operação após realocação.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Divisão do estudo do tempo.....	17
Quadro 2 - Importância da Cronoanálise nos setores	20
Quadro 3 - Generalização das faixas de eficiência	24
Quadro 4 - Classificação dos elementos da operação.....	39
Quadro 5 - Avaliação das tolerâncias.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 ESTUDO DE TEMPOS	14
2.1.1 Administração científica.....	14
2.1.2 Divisão do trabalho.....	15
2.1.3 Estudo de tempos.....	16
2.1.4 Estudo dos movimentos	17
2.1.5 Estudo de tempos e movimentos	18
2.2 CRONOANÁLISE	19
2.2.1 Registro das informações da operação	21
2.2.2 Divisão da operação em elementos	21
2.2.3 Observação e registro do tempo gasto pelo operador.....	22
2.2.4 Número de ciclos a serem cronometrados	23
2.2.5 Avaliação do ritmo	23
2.2.6 Determinação do tempo normal	25
2.2.7 Concessão das tolerâncias	25
2.2.8 Fadiga humana.....	26
2.2.9 Determinação do tempo padrão	27
2.3 O método de cronoanálise elaborado por Souza	28
3 METODOLOGIA	33
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	33
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	35
4.2 CENÁRIO ATUAL DO SETOR SUPRIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM – MONTAGEM DOS KITS.....	35
4.3 APLICAÇÃO DO MODELO DE CRONOANÁLISE DE SOUZA	36
4.4 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE PEÇAS PARA REDUÇÃO	

DO TEMPO DE MONTAGEM DOS KITS.....	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
APÊNDICES	50

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e o aumento da competitividade obrigou as empresas a buscarem métodos e técnicas que melhorem sua performance produtiva, reduzindo desperdícios e custos desnecessários e aumentando a sua produtividade. Um dos fatores que se passou a analisar foi o tempo padrão necessário para realizar as operações que envolvem seu processo através do estudo dos tempos.

Segundo Barnes (1977), o “Estudo de Tempos” teve sua origem na Oficina Mecânica de *Midvale Steel Company* em 1881 cujo criador foi Frederick Taylor. A partir de então, empresas passaram a adotar métodos que facilitam a medição dos tempos e movimentos para melhorar seus processos de produção e até mesmo identificar sua capacidade.

A padronização dos métodos de trabalho e a definição do tempo-padrão de cada atividade são fatores fundamentais para que as empresas consigam otimizar suas operações e aumentar a sua produtividade. O tempo-padrão, conforme Martins e Laugeni (2000), trata da quantidade de tempo que é despendida por um trabalhador para executar uma determinada função, em ritmo normal. A partir da definição do tempo-padrão para cada atividade desenvolvida, torna-se possível identificar a capacidade de produção da linha de montagem ou mesmo de uma máquina.

Baraldi (2006) cita a existência de dois modos de determinação do tempo-padrão. Um deles utiliza a cronometragem e chama-se cronoanálise. A outra trata de tempos pré-determinados para os movimentos realizados durante uma operação. O primeiro modo é um dos mais utilizados atualmente. Neste contexto, a realização deste estudo tem como tema aplicar a cronoanálise no processo de suprimento da linha de montagem a fim de estabelecer o tempo-padrão da montagem dos kit's da plataforma.

Busca-se reforçar a importância da aplicação da cronoanálise para melhoria dos processos logísticos de uma empresa de grande porte do ramo agrícola, de modo a aumentar sua produtividade e conhecer os tempos e processos gastos na atividade que será analisada.

Justifica-se também este estudo pela possibilidade de servir de base para aplicação em outras empresas, bem como para auxiliar acadêmicos nos seus

estudos profissionais que venham a interessar-se pelo tema e buscarem informações referentes a aplicações da cronoanálise.

Para o acadêmico em engenharia de produção, desenvolver este estudo é uma oportunidade ímpar, pois proporciona aplicar todo o conhecimento adquirido ao longo da graduação com atividades reais, aliando a teoria e a prática. Dessa forma, o projeto se mostra viável para aplicação.

O objetivo deste estudo consiste em definir o tempo-padrão da montagem dos Kit's da plataforma através da aplicação da cronoanálise no setor de suprimento da linha de montagem. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: realizar um estudo teórico da cronoanálise e do estudo de tempos e movimentos; identificar o método de cronoanálise a ser aplicado; aplicar o método escolhido; analisar o tempo-padrão encontrado para a operação; e propor as melhorias e adequações para tornar o processo mais eficiente.

Com a aplicação do método de cronoanálise e a identificação e proposição das melhorias para implantação do tempo-padrão, cumpre-se o objetivo deste estudo. Assim, é possível também fornecer informações para outras empresas que buscam definir o tempo-padrão para realização de suas atividades, e para a proposição de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico, serão abordados os dois principais enfoques deste estudo. Em um primeiro momento, o estudo de tempos; na sequência, a cronoanálise.

2.1 ESTUDO DE TEMPOS

Este item apresentará uma breve revisão bibliográfica sobre o estudo de tempos, a base para o desenvolvimento da cronoanálise.

2.1.1 Administração científica

Conforme Maresca (2007), toda a base do sistema de tempos pré-determinados MTM baseia-se no estudo de tempos e movimentos empreendidos por Taylor e pelo casal Gilbreth, que iniciaram o primeiro movimento da administração com a introdução dos controles nos sistemas de produção dando enfoque às atividades dos operários: a chamada Administração Científica.

A escola de administração científica, conforme o enfoque de Chiavenato (2001) tem sua ênfase nas tarefas, ou seja, nas atividades cotidianas dos operários. Este nome originou-se da tentativa de aplicar métodos da ciência aos problemas referentes à administração como modo de alcançar maior eficiência industrial. Os principais métodos científicos aplicáveis são a observação e a mensuração.

Taylor, o fundador da administração científica, foi responsável por uma revolução no pensamento administrativo e no mundo industrial da sua época. Sua preocupação básica era eliminar o desperdício e aumentar os níveis produtividade por meio da aplicação de métodos e técnicas da engenharia industrial (CHIAVENATO, 2001).

Para Sugai (2003), quatro são as atribuições principais inerentes à administração científica:

- Primeira – Desenvolver para cada elemento do trabalho individual uma ciência que substitua os métodos empíricos.
- Segunda – Selecionar, treinar, ensinar e aperfeiçoar o trabalhador. No passado cada qual escolhia seu próprio trabalho e treinava a si mesmo como podia.

- Terceira – Cooperar cordialmente com os trabalhadores para articular todo o trabalho com os princípios da ciência que foi desenvolvida.
- Quarta – Manter divisão equitativa de trabalho e de responsabilidades entre a direção e o operário. A direção incumbe-se de todas as atribuições, pois se considera que ela esteja melhor aparelhada que o trabalhador. No passado, quase todo trabalho e a maior parte das responsabilidades pesavam sobre o operário.

2.1.2 Divisão do trabalho

A divisão do trabalho, conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), consiste na divisão do total das tarefas em pequenas partes que serão desempenhadas por uma pessoa ou equipe. Este método teve seu auge na linha de montagem tradicional na qual os produtos moviam-se ao longo de uma linha de produção, sendo montados continuamente.

As principais vantagens dos princípios da divisão do trabalho foram citadas por Slack, Chambers e Johnston (2009), e são as seguintes:

- Aprendizagem mais rápida: é mais fácil treinar operários com atividades mais curtas e simples do que uma longa e complexa.
- Automação mais fácil: divisão das tarefas em pequenas partes possibilita a automatização de algumas das mais simples.
- Trabalho não produtivo reduzido: em tarefas curtas e simples há pouca ação de achar, posicionar e alcançar peças ou ferramentas para o desenvolvimento de sua atividade. Assim o trabalho não produtivo é reduzido para menos de 10%.

Segundo Chiavenato (2001), a ideia predominante da divisão do trabalho refere-se ao fato de que o aumento da eficiência ocorre com o aumento da especialização: quanto maior for a especialização de um operário, maior será a sua eficiência, interferindo na produtividade da organização.

2.1.3 Estudo de tempos

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 259) ressaltam que:

O estudo do tempo é uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especializadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho.

De acordo com Barnes (1977), no ano de 1881 teve início o estudo de tempos, quando Taylor o introduziu na usina *Midvale Steel Company*. Esta usina tinha um sistema operacional que deixava muito a desejar. Taylor tornou-se mestre geral e mudou o estilo da administração, pois, para ele, o maior obstáculo para a cooperação harmoniosa ente trabalhadores e a empresa era a incapacidade de se estabelecer uma carga de trabalho apropriada e justa para a mão-de-obra. Assim, passou a realizar estudos científicos para a determinação do tempo necessário para o desempenho de vários tipos de trabalho.

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), a técnica de Taylor constitui-se de três etapas para a obtenção dos tempos básicos dos elementos do trabalho. São os seguintes:

- Observar e medir o tempo necessário para a realização de cada elemento do trabalho.
- Ajustar ou “normalizar” cada tempo que foi observado.
- Calcular a média dos tempos ajustados a fim de obter o tempo básico para o elemento.

Para Barnes (1977), o resultado do “estudo de tempos” é o tempo que uma pessoa adaptada ao serviço e com todos os treinamentos no método específico leva para realizar uma determinada tarefa em seu ritmo normal. Este seria o tempo-padrão da operação.

Sugai (2003) garante que a decomposição das operações possibilita a eliminação de movimentos inúteis e a simplificação dos movimentos úteis que proporciona grande economia de tempos e esforços dos operários.

Maresca (2007) resalta que o estudo do tempo definido por Taylor era dividido em duas fases distintas: fase analítica e fase construtiva, conforme pode ser observado no quadro 1:

Quadro 1 - Divisão do estudo do tempo

DIVISÃO DO ESTUDO DO TEMPO	
FASE ANALÍTICA	<ul style="list-style-type: none"> - Dividir o trabalho de um homem executando qualquer operação em movimento elementar; - Selecionar todos os movimentos desnecessários e eliminá-los; - Observar como vários operadores habilidosos executam cada movimento elementar, e com o auxílio de um cronômetro, escolher o melhor e mais rápido método; - Descrever, registrar e codificar cada elemento com seu respectivo tempo, de forma que possa ser facilmente identificado; - Estudar e registrar a porcentagem que deve ser adicionada ao tempo selecionado de um bom operário para cobrir esperas inevitáveis, interrupções e pequenos acidentes; - Estudar e registrar a porcentagem que deve ser adicionada ao tempo para cobrir a inexperiência dos funcionários nas primeiras vezes que ele executa a operação; - Estudar e registrar a porcentagem de tempo, que deve ser tolerada Para o descanso e intervalos em que deve ser efetuado afim de eliminar a fadiga física;
FASE CONSTRUTIVA	<ul style="list-style-type: none"> - Combinar em vários grupos os movimentos elementares, que não são usados frequentemente na mesma seqüência, em operações semelhantes, registrá-los e arquivá-los de tal forma que eles possam ser facilmente encontrados; - Destes registros é fácil selecionar a seqüência adequada de movimentos que devem ser usados por um operário produzindo um determinado produto, somando os tempos relativos e esses movimentos e adicionando as tolerâncias correspondentes, obterem-se então o tempo padrão para a tarefa em estudo; - A análise de uma operação quase sempre revela imperfeições nas condições que cercam essa operação, tais como: o uso de ferramentas inadequadas, o emprego de máquinas obsoletas, existência de más medições de trabalho. E o reconhecimento adquirido através de análise de muitas vezes permite a padronização das ferramentas e condições de trabalho e desenvolvimento de melhores máquinas e métodos.

Fonte: Maresca, 2007, p. 24.

A divisão do estudo dos tempos em fases, conforme as demonstradas no quadro 1, facilita a realização do estudo e o torna mais confiável e de fácil entendimento.

2.1.4 Estudo dos movimentos

Para Sugai (2003), Frank e Lilian Gilbreth são os criadores do estudo dos movimentos. O casal aplicou, num primeiro momento, os métodos de Taylor e seu interesse pelo fator humano como meio de aumentar a produtividade, e logo após passaram a desenvolver as próprias técnicas no estudo do trabalho.

Murdel (1966) define “estudo de movimentos” como um procedimento de análise científica dos métodos de trabalho, considerando fatores que envolvem matéria-prima, projeto de peças, processos, ferramentas e equipamentos, local de trabalho e, principalmente, os movimentos realizados pelo corpo, com o objetivo de determinar um método preferencial para a atividade.

Alinhado a este conceito, Barnes (1977) ressalta o objetivo do estudo dos movimentos como a determinação do melhor método a ser utilizado na execução de uma tarefa. Este método só é possível de ser identificado a partir de uma análise dos movimentos efetuados pelo operador durante a operação, procurando eliminar os movimentos desnecessários para o desenvolvimento e o progresso por meio dos estudos dos micromovimentos.

O trabalho do casal Gilbreth tornou-se uma tradição nas práticas da engenharia industrial pelo fato de que ele possibilita o alcance de redução substancial de custo. Considerando este aspecto, Sugai (2003) demonstra três finalidades possíveis de serem alcançadas por meio do estudo dos movimentos:

- Evitar movimentos inúteis na execução de uma tarefa;
- Executar da maneira mais econômica possível os movimentos inúteis do ponto de vista fisiológico.
- Dar a estes movimentos selecionados uma seriação apropriada.

Sugai (2003), considerando os conceitos expostos anteriormente, complementa o estudo de tempos desenvolvidos por Taylor. Ressalta que o uso do estudo de tempos sozinho não é suficiente para melhorar as operações.

2.1.5 Estudo de tempos e movimentos

De acordo com Perboni (2007), o estudo de tempos e movimentos demonstra dados estatísticos. Esta metodologia visa atingir um alto nível de produtividade por meio de levantamentos técnicos que buscam uma melhoria contínua no processo produtivo, melhorando o desempenho dos colaboradores e de toda a organização.

Barnes (1977) demonstra que o estudo de tempos e métodos visa também aos materiais, ferramentas e os equipamentos utilizados na produção. Estes fatores são analisados buscando padronizar os métodos de trabalho por meio da análise de qual será a melhor forma de aplicá-los, realizando a determinação dos tempos necessários para a execução das tarefas de forma mais eficiente.

Barnes (1977) define o estudo de tempos e movimentos como um estudo sistemático dos métodos utilizados no trabalho e que tem o objetivo de desenvolver o melhor método, padronizá-lo e identificar o tempo-padrão, treinando seus funcionários para ele.

Conforme Almeida (2009), o desenvolvimento do método preferido segue os seguintes passos:

- Definir e formular o problema;
- Preparar um relatório final das metas e objetivos;
- Analisar o problema e descrever o método atual e suas especificações e restrições;
- Avaliar as alternativas de soluções;
- Determinar qual o método que forme o menor custo e menor capital;
- Padronizar o melhor método encontrado para se executar a operação;
- Fazer registros do método padronizador da operação para preservar padrões.

De acordo com Toledo Jr. e Kuratomi (1977), o estudo dos tempos e movimentos é, na verdade, a análise dos métodos, materiais, tempos, ferramentas a serem utilizadas e as instalações que serão usadas na aplicação do trabalho.

Conforme Toledo Jr. (2004), na realização de determinadas atividades o que determinará a capacidade do colaborador são suas experiências anteriores, aproveitando ou não essa experiência na realização das atividades. A prática de treinar e de selecionar pessoas tem sido utilizada por praticamente todas as empresas. A grande vantagem da seleção e do treinamento, de acordo com as aptidões, qualidades e habilidades das pessoas, é que as moldam para as mudanças, além de torná-las aptas a diminuir desperdícios de tempos e a fadiga.

2.2 CRONOANÁLISE

Oliveira (2009) considera a cronoanálise como o método utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas, possíveis quebras de maquinários, entre outras.

A cronoanálise surgiu com os estudos de Taylor e dos Gilbreth. Taylor enfatiza a divisão das operações e a real capacidade do operador, enquanto

Gilbreth, os movimentos e os aspectos ligados à fadiga e à economia dos movimentos desnecessários (SUGAI, 2003).

Segundo Oliveira (2012), o uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que ocorre no processo produtivo. Através dela é possível identificar os pontos ineficientes do processo, bem como os desperdícios de tempo. Isso facilita a realização de estudo de melhoria de processos e o aumento da produtividade.

Para Oliveira (2009), a cronometragem é uma ferramenta que evidencia os pontos importantes para uma amostragem de tempos:

- real capacidade do operador para a cronometragem;
- número de medições exigidas para uma análise confiável;
- avaliação de tolerância em porcentagem para cada operação.

Toledo Jr e Kuratomi (1977) consideram a cronoanálise como a base para a racionalização da produção, do espaço físico, do maquinário e do capital humano. O quadro 2 mostra a importância da cronoanálise em três setores: industrial, profissional e na vida prática.

Quadro 2 - Importância da Cronoanálise nos setores

Na indústria	Profissionalmente	Na vida prática
-Em todos os campos	-Satisfação Profissional	-Aguça o senso analítico
-Engenharia de Produtos (viabilidade econômica)	-Visão geral das coisas	-Cada contradição é uma nova experiência adquirida
-Engenharia de Projetos (Processos)	-Não "bitola"	-Aviva o raciocínio
-Planejamento (Previsões)	-Mudanças constantes	-Pondera antes de decisões
-Produção (layout, carga máquina e carga mão-de-obra).	-Aperfeiçoamentos constantes	-Rapidez nas decisões
-Programação (Programas de produção)	-Contatos de alto nível	-Previsões
-Administração (controle)	-Nível salarial mais alto	-Confiança e segurança
-Financeiro (Custos)	-Confiança e segurança de decisões	-Sabe o que é que lhe convém
-Gerencial (Detalhes técnicos administrativos)	-Objetividade	-Você saberá que quem pode melhor lhe aconselhar será você mesmo
-Organização geral	-Possibilidades imprevisíveis	-Consequentemente, novo padrão de vida.
	-Saber o que é importante	

Fonte: Toledo Jr.; Kiratomi, 1977, p. 20.

Considerando a importância da cronoanálise demonstrada no quadro 2, pode-se constatar que são sete os passos definidos para a realização desse método, conforme Barnes (1977):

1. Obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo;
2. Dividir a operação em elementos;
3. Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
4. Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
5. Avaliar o ritmo do operador;
6. Determinar as tolerâncias;
7. Determinar o tempo-padrão para a operação.

Nos subitens que seguem, serão detalhados os passos identificados por Barnes.

2.2.1 Registro das informações da operação

Silva e Coimbra (1980) ressaltam que o observador deve realizar um resumo da operação, a fim de verificar as operações anteriores e posteriores, estabelecendo pontos de início e de fim da operação cronometrada. Esta etapa consiste na compreensão do funcionamento do processo, sendo necessário criar um esquema para a operação no qual os operadores possam se basear em uma sequência de produção, facilitando o processo de cronometragem (COSTA JÚNIOR, 2008).

2.2.2 Divisão da operação em elementos

Inicialmente, é preciso definir um elemento que, conforme Silva e Coimbra (1980), consiste em de uma subdivisão de um ciclo ou operação de trabalho que tenha início e fim definidos, permitindo descrevê-lo e medi-lo com precisão.

Para dividir a operação em elementos, Costa Junior (2008) indica a separação dos conjuntos de movimentos em pequenos subgrupos, realizando a cronoanálise, com tempos definidos por atividade. Esta é uma etapa importante, pois permite determinar o tempo gasto para cada elemento, bem como identificar os movimentos inúteis e de mais anomalias existente no processo.

A divisão da operação em elementos, conforme Costa Júnior (2008), está demonstrada na figura 1.

Figura 1 - Elementos de uma operação

Número	Elementos
1	Pegar o componente A e posicioná-lo na bancada de montagem.
2	Pegar dois parafusos e fixá-los no componente A.
3	Deslocar-se até o <i>rack</i> de componentes, pegar um componente B e posicioná-lo no dispositivo.
4	Pegar um componente C e fixá-lo sobre o componente B.
5	Pegar os componentes montados e rebitá-los sobre o componente A.
6	Pegar o produto montado e posicioná-lo na embalagem.

Fonte: Costa Júnior, 2008, p. 63.

A divisão da operação em elementos é fundamental para garantir a visualização do processo em sua totalidade e proceder à sua análise, considerando elementos essenciais e elementos desnecessários ou que não agregam valor.

2.2.3 Observação e registro do tempo gasto pelo operador

O tempo real utilizado pelo operador é medido com um cronômetro. Segundo Barnes (1977), os dois principais métodos para a leitura do cronômetro são os seguintes:

- **Leitura contínua:** o observador inicia a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém durante todo o período de estudo. Durante todo o processo, ao final de cada elemento, o observador verifica a leitura do cronômetro e registra a leitura na folha de observações;
- **Leitura repetitiva:** no início do primeiro elemento, os ponteiros do cronômetro devem retornar a zero, quando o observador pressiona o botão do mesmo; ao final do primeiro elemento, o observador realiza a leitura e o registro na folha de observação e retorna o indicador ao zero novamente.

Para que o estudo tenha valor, Barnes (1977) reforça a importância de que todas as informações sejam incluídas no cabeçalho da folha de observação de modo cuidadoso.

2.2.4 Número de ciclos a serem cronometrados

Peinado e Graeml (2007) afirmam a necessidade de se realizarem várias tomadas de tempo para obter uma média aritmética entre eles. O número de ciclos a serem cronometrados são identificados por meio da equação 2.2.4:

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times D_2 \times \bar{X}} \right)^2 \quad (2.2.4)$$

Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 98.

Onde:

N = número de ciclos a serem cronometrados;

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;

R = amplitude da amostra;

Er = erro relativo da medida;

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

\bar{x} = média dos valores das observações.

Em estudo de tempos, o grau de confiabilidade da medida utilizado fica entre 90% e 95% e o erro relativo aceitável varia entre 5% e 10%. Assim, com 95% de probabilidade, a média dos valores observados não diferirá mais de 5% do valor verdadeiro para a duração do elemento (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.2.5 Avaliação do ritmo

Slack, Chambers e Johnston (2002) definem a avaliação do ritmo dos tempos como um processo de análise da velocidade de trabalho realizada pelo operador, considerando um desempenho padrão. O observador leva em consideração um ou mais fatores considerados importantes na realização da tarefa, como a velocidade de movimento, esforço, destreza e consistência.

Para avaliar o ritmo, Barnes (1977) define diversos sistemas a serem utilizados:

- Avaliação do ritmo através da habilidade e do esforço: esta avaliação baseia-se em estudos de tempos e os padrões expressos em pontos ou "B". Inclui

avaliação da habilidade e do esforço do operador bem como o uso de uma tabela-padrão de tolerância para fadigas. O operador em ritmo normal deveria produzir 60B por hora, que seria a execução padrão.

- Sistema *Westinghouse*: É um sistema para estimar a eficiência do operador considerando quatro fatores: habilidade, esforço, condições e consistência.
- Avaliação sintética do ritmo: Consiste este método na avaliação da velocidade do operador comparando-a com os valores retirados de tabelas de tempos sintéticos. Neste procedimento, realiza-se um estudo de tempos de forma usual para, após, comparar os valores com o maior número possível de elementos com valores sintéticos para o elemento correspondente.
- Avaliação objetiva do ritmo: Inicialmente é avaliada a velocidade do operador em relação a uma velocidade-padrão única, que independe da dificuldade da tarefa. Nesta avaliação, o observador leva em conta apenas a velocidade do movimento ou grau da atividade, mas desconsidera a tarefa em si.
- Desempenho de ritmo: É o sistema de avaliação que considera um único fator – a velocidade do operador, o ritmo ou tempo – sendo expressos em porcentagem, pontos por hora ou outras unidades. Considera o ritmo ou a velocidade do operador em relação ao ritmo normal. O quadro 3 descreve de forma detalha as faixas de eficiência.

Quadro 3 - Generalização das faixas de eficiência

HABILIDADE	ESFORÇO
<p>FRACA Não adaptado ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.</p> <p>REGULAR Adaptado relativamente ao trabalho comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros</p> <p>NORMAL Trabalha com uma exatidão satisfatória, o ritmo se mantém razoavelmente constante</p> <p>BOA Tem confiança em si mesmo, ritmo constante, com raras hesitações.</p> <p>EXCELENTE Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.</p> <p>SUPERIOR Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.</p>	<p>FRACO Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.</p> <p>REGULAR As mesmas tendências, porém com menos intensidades.</p> <p>NORMAL Trabalha com constância e se esforça satisfatoriamente.</p> <p>BOM Trabalha com constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.</p> <p>EXCELENTE Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.</p> <p>EXCESSIVO Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudos de tempos.</p>

Fonte: Toledo Jr.; Kiratomi, 1997, p. 73.

O quadro 3 apresenta as faixas de eficiência a serem consideradas para a avaliação do ritmo do operador, considerando a habilidade e o esforço empregados na realização da operação.

2.2.6 Determinação do tempo normal

O tempo normal foi definido por Peinado e Graeml (2004) como sendo o processo de análise da velocidade com que o trabalhador realiza suas atividades com desempenho-padrão.

De acordo com Silva e Coimbra (1980), após os dados do estudo de tempos terem sido obtidos, é realizada a determinação do tempo normal (TN) dos elementos. Este se refere à média (\bar{X}) dos tempos cronometrados multiplicado pelo fator de ritmo (FR) em percentual, conforme a equação 2.2.6:

$$TN = \bar{X} \times FR \quad (2.2.6)$$

Fonte: Silva e Coimbra, 1980, p. 101.

O resultado gerado pela equação 2.2.6 é utilizado para verificar ou analisar a velocidade do operador ao realizar suas atividades.

2.2.7 Concessão das tolerâncias

O tempo normal da operação não possui tolerância; ele é o tempo que o operador precisa para realizar a operação trabalhando em ritmo normal. Quando ocorrem as interrupções para descansos, necessidades pessoais ou outros motivos, classificam-se as interrupções como: tolerância para fadiga, tolerância para pessoal ou tolerância de espera. O tempo padrão, ao contrário do tempo normal, considera a duração de todos os elementos e os tempos de todas as tolerâncias necessárias durante a operação, ou seja, é o tempo normal mais as tolerâncias (BARNES, 1977).

A descrição das classificações de tolerâncias são apresentadas por Barnes (1977):

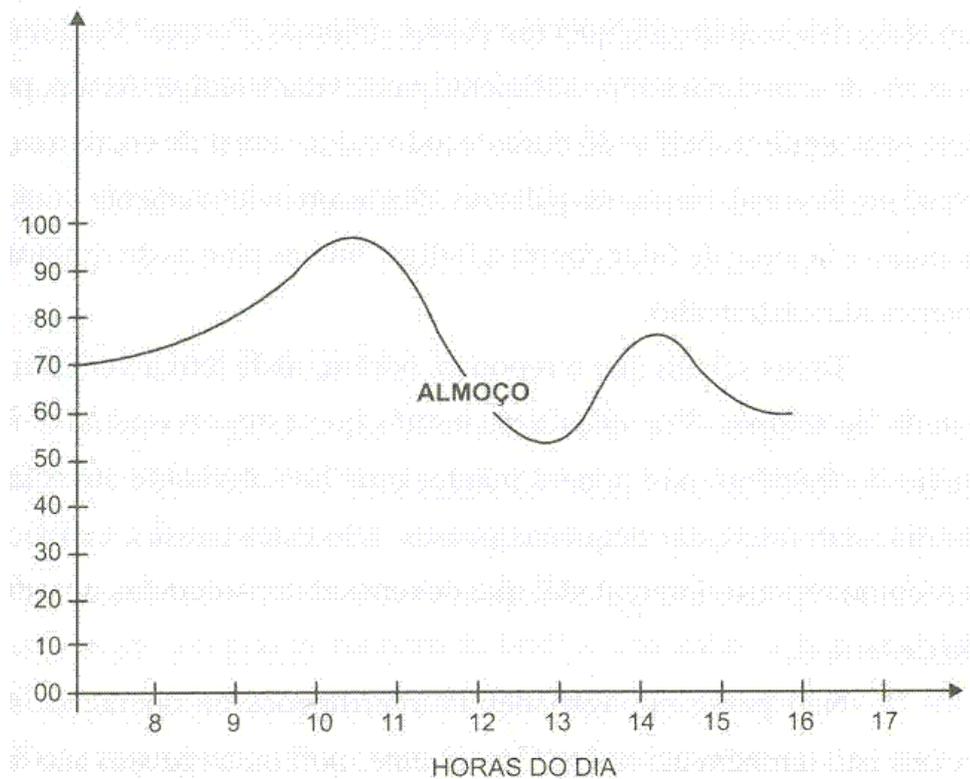
- Tolerância pessoal: O operário tem direito a um tempo reservado para suas necessidades pessoais, por isso devem estar em primeiro lugar. Em uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, o trabalhador usará cerca de 2% a 5% por dia para tempo pessoal, variando com a tolerância pessoal do indivíduo.
- Tolerância para fadiga: O consumo de energia ocorre por meio do esforço empregado pelo trabalhador durante seu dia de trabalho.
- Tolerância para espera: As esperas podem ser evitáveis ou inevitáveis. As esperas realizadas de modo intencional pelo operador são as evitáveis e não são consideradas para determinação do tempo-padrão. As inevitáveis são aquelas advindas de ajustamentos ligeiros, quebras de ferramentas ou interrupções pelos supervisores. Estas devem ser consideradas.

2.2.8 Fadiga humana

Conforme Toledo Jr e Kuratomi (1977), as atividades a serem realizadas devem contar com a disposição dos trabalhadores. Sendo assim, o esforço muscular constante, a realização de atividades repetitivas em tempo integral e a concentração extrema poderão causar fadiga às pessoas.

O que é fadiga? Para os fisiologistas é um complicado fenômeno de intoxicação dos tecidos. Para o cronotécnico é simplesmente o efeito do trabalho sobre o organismo do operador, tendo como consequência a diminuição progressiva de sua capacidade de produção. (TOLEDO JR; KURATOMI, 1977, p. 77).

Figura 2 - Curva de fadiga de um dia de trabalho de 8 horas



Fonte: Toledo Jr.; Kuratomi, 1977, p. 78.

A curva demonstrada na figura 2 refere-se ao rendimento de um dia normal de trabalho e permite observar que há uma redução progressiva na capacidade produtiva do operador resultante da fadiga sobre o organismo ao longo do dia. Nas primeiras horas, o ritmo de trabalho tende a aumentar, e após algumas horas há um declínio no rendimento devido à predominância da fadiga.

2.2.9 Determinação do tempo padrão

Conforme Cruz (2008), o tempo-padrão permite a análise da capacidade produtiva de um determinado processo considerando todos os aspectos que têm impacto no tempo necessário para a fabricação de um produto. Ele está inserido nos princípios e conceitos da administração científica, visando ao aumento dos níveis de produtividade a partir da racionalização do trabalho.

A determinação do tempo gasto em uma operação deve ser feita considerando a análise de uma situação que apresente condições normais de trabalho. Esse é um tempo referencial a ser adotado no treinamento de novos

funcionários para esta operação, chamado tempo-padrão, necessário para executar uma operação com o método estabelecido, em determinada condição, por operador apto e treinado, com habilidade e esforço médio durante todas as horas do serviço (CRUZ, 2008).

Para determinar o tempo padrão (TP), é necessário apenas adicionar ao tempo normalizado as tolerâncias definidas para a operação. Para Barnes (1977), a equação 2.2.9 deve ser utilizada para determinar o tempo padrão.

$$TP = TN \times \left[\frac{tol(\%)}{100} + 1 \right] \quad (2.2.9)$$

Fonte: Barnes, 1977, p. 321

É importante ressaltar que o Tempo Normal estudado anteriormente é utilizado para a determinação do tempo-padrão, conforme observado na fórmula demonstrada acima.

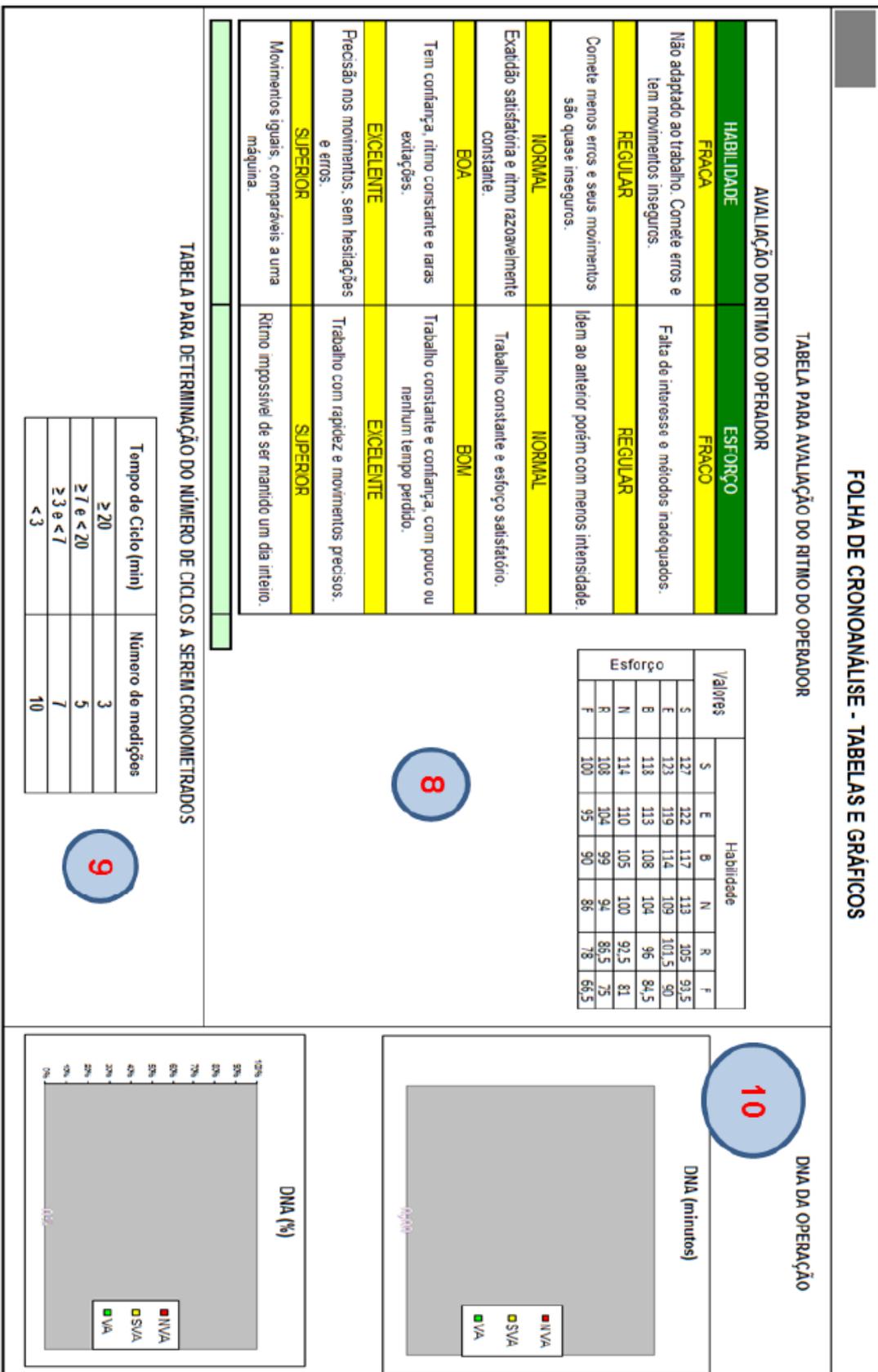
2.3 O método de cronoanálise elaborado por Souza

Considerando as informações do estudo de tempos e movimentos realizado por Barnes, mencionadas anteriormente, Souza desenvolveu um método semelhante, porém mais fácil e prático de ser aplicado nas empresas. Conforme Souza (2012), a análise dos estudos de Barnes permitiu desenvolver uma folha de cronoanálise eletrônica, que elimina a realização dos cálculos pelo observador, que precisa apenas alimentar a planilha com as informações da operação, eliminando o tempo que seria necessário para a realização dos cálculos.

Assim, a aplicação do método de cronoanálise desenvolvido por Souza consiste no preenchimento da planilha e na avaliação dos resultados obtidos. Souza (2012) justifica que a utilização de uma folha de cronoanálise eletrônica, além de ser prática, torna o processo mais rápido e eficiente, bem como eleva a confiabilidade do processo, eliminando as incertezas de cálculos.

A folha de cronoanálise desenvolvida por Souza está demonstrada nas figuras 3 e 4 que seguem.

Figura 4 - Folha de Cronoanálise – Tabelas e Gráficos



Fonte: Souza, 2012, p. 45.

Este modelo, conforme Souza (2012), consiste nas seguintes etapas:

Etapa 1: Registrar as informações da operação - Conforme Barnes (1977) consiste em código e descrição da peça, nome e número da operação, setor da fábrica onde a operação é realizada, nome e número de registro do operador que realiza a atividade, informações de datas e horários em que o estudo foi realizado e o nome do observador. Essas informações são registradas no cabeçalho da folha de cronoanálise (item 1 da figura 3).

- **Etapa 2: Definição dos equipamentos para medição do tempo** - Para o estudo da cronoanálise, o equipamento utilizado para registro de operação foi o cronômetro digital, devidamente calibrado, garantindo a confiabilidade da leitura.

- **Etapa 3: Definição dos elementos básicos da operação** - Segundo Barnes (1977), a cronometragem de uma operação em sua totalidade, ou seja, em um único elemento, é insatisfatória. Assim, dividir a operação em elementos curtos (item 4 da figura 3) e realizar a descrição do que será analisado (item 2 da figura 3) e cronometrará-los individualmente é fundamental para a realização do estudo de tempos.

Souza (2012) ressalta ainda que a identificação dos elementos básicos permite distinguir elementos que causam fadiga no operador, avaliar de forma mais precisa o ritmo do mesmo e identificar trabalho produtivo e trabalho improdutivo.

- **Etapa 4: Classificação dos elementos** - Segundo Souza (2012), tendo os elementos básicos da operação identificados com a respectiva classificação em relação à agregação de valor (item 3 da figura 3), esses elementos podem ser classificados como:

Value Added (VA): Atividades que agregam valor ao produto.

Semi Value Added (SVA): Atividades com valor semi-agregado.

Non Value Added (NVA): Atividade que não agregam valor.

- **Etapa 5: Descrever e registrar os tempos da operação** - Descrever a operação que será analisada na folha de cronoanálise e registrar os tempos referentes a cada operação (item 5 da figura 3).

- **Etapa 6: Determinar o número de ciclos a serem cronometrados** - Conforme Souza (2012), o observador realiza a primeira tomada de tempo, verifica o tempo cronometrado e consulta a Tabela para Identificação do Número de Ciclos a serem Cronometrados - item 9 da figura 4, para identificar a quantidade de toma de

tempos que ainda precisa fazer. A conclusão desta etapa se dá com a avaliação do ritmo do operador ao realizar a atividade, a determinação das tolerâncias a serem utilizadas e a definição do tempo-padrão da operação através da realização de cálculos.

- **Etapa 7: Realização dos cálculos-** Na folha de cronoanálise, é fornecido um valor avaliado pelo observador para velocidade do operador na realização da atividade, sendo descrito na coluna “ritmo”. Considera-se para esta definição a Tabela para Avaliação do Ritmo do Operador, item 8 da figura 4.

A coluna tempo normalizado preenche-se automaticamente. Segundo Souza (2012), é o resultado da multiplicação das colunas “somatório” e “ritmo”. A coluna “tolerâncias” deverá conter um percentual a ser adicionado ao tempo normalizado. Da multiplicação das demais resulta ocorre o preenchimento da coluna “tempo padrão” (item 6 da figura 3).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão demonstrados os métodos e técnicas utilizados para a realização deste estudo, que se trata de uma pesquisa-ação na qual o autor detecta um problema e uma ação de melhoria a ser realizada.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para realizar este estudo, que consiste na definição do tempo padrão da montagem dos Kit's da Plataforma através da aplicação da cronoanálise, foram definidos alguns métodos e técnicas a serem realizados durante o seu desenvolvimento afim de que os objetivos sejam atendidos.

Assim, um estudo teórico que visa enriquecer o conhecimento literário em relação ao estudo de tempos e movimentos, bem como sobre a cronoanálise e fatores que o cercam, foi realizado com base em livros, artigos, monografias e teses relacionadas ao assunto.

Com base nessa revisão de literatura e na identificação dos métodos de cronoanálise existentes, foi escolhido o método de cronoanálise que melhor se adequa à atividade em estudo, de modo que seja simples e eficaz, de fácil aplicação e entendimento.

A análise do processo atual de montagem dos Kits de peças foi efetuada, e com as informações dos dados observados, realizou-se a elaboração do fluxograma do processo, o qual é essencial facilitar a identificação das operações e a realização das análises.

O tempo-padrão das atividades foi determinado por tomadas de tempo realizadas com o auxílio de um cronômetro digital, devidamente calibrado, e das observações de outras variáveis envolvidas no processo de cálculo da cronoanálise. Além do cronômetro, foram utilizados: uma trena digital para medição do espaço disponível no setor; uma prancheta para fixação das folhas de cronoanálise; uma caneta para realizar as marcações.

Através da análise do tempo-padrão estabelecido e das constatações referentes ao layout e organização do processo, foram propostas as adequações necessárias para implantar o método padrão.

Vale ressaltar que os dados levantados que se relacionam ao processo foram obtidos por meio de consulta ao operador e pela observação direta da realização da atividade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, os métodos estudados na revisão da Literatura serão aplicados, adaptando-os à necessidade e às características da empresa, a fim de que se torne possível aplicar a cronoanálise para determinar o tempo-padrão da montagem dos kits do setor de suprimento da linha de montagem, conforme proposto para este estudo.

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente trabalho foi realizado em uma empresa de grande porte da região noroeste do RS, uma fabricante de colheitadeiras e equipamentos agrícolas. O foco da organização está voltado a proporcionar soluções de alta tecnologia para produtores rurais que alimentam o mundo, por isso busca constantemente explorar novos mercados, atendendo seus clientes com inovação e tecnologia de ponta, o que permite entregar produtos de confiabilidade garantida e expandir o negócio constantemente. Atualmente a empresa conta com um número aproximado de 900 colaboradores no seu quadro funcional. Em razão da confidencialidade, não será divulgada a razão social da empresa.

O setor escolhido para a aplicação da cronoanálise é o da logística, especificamente os mercados de peças, onde elas estão armazenadas e onde os kits são montados para, posteriormente, abastecerem a linha de montagem.

4.2 CENÁRIO ATUAL DO SETOR DE SUPRIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM – MONTAGEM DOS KITS

O setor logístico encontra-se dividido em várias subáreas, das quais uma é a responsável pelo suprimento da linha de montagem, ou seja, da montagem dos Kits de peças que abastecem a linha de montagem. Em função da expansão da indústria e do lançamento de novos produtos, uma série de mudanças foram realizadas a fim de que a demanda de produção deste fosse atendida.

O setor de montagem dos kits referente a este novo produto foi alocado junto ao mercado de peças já existente. Não foi realizado um estudo de planejamento da

alocação e armazenamento das peças, por isso elas foram localizadas onde havia espaços disponíveis no mercado de peças.

Considerando este cenário, não há um tempo padrão estabelecido para a realização da sequência de operações necessárias para o atendimento das atividades de montagem dos kits de peças referente a este novo produto. Assim, não se sabe ao certo, quantos funcionários são necessários para atender à demanda da linha de montagem em carros kits.

Tendo conhecimento desse fato e considerando alguns atrasos observados no decorrer do período no que se refere ao abastecimento da linha de montagem, definiu-se, em conjunto com o responsável pelo setor logístico, a realização deste estudo.

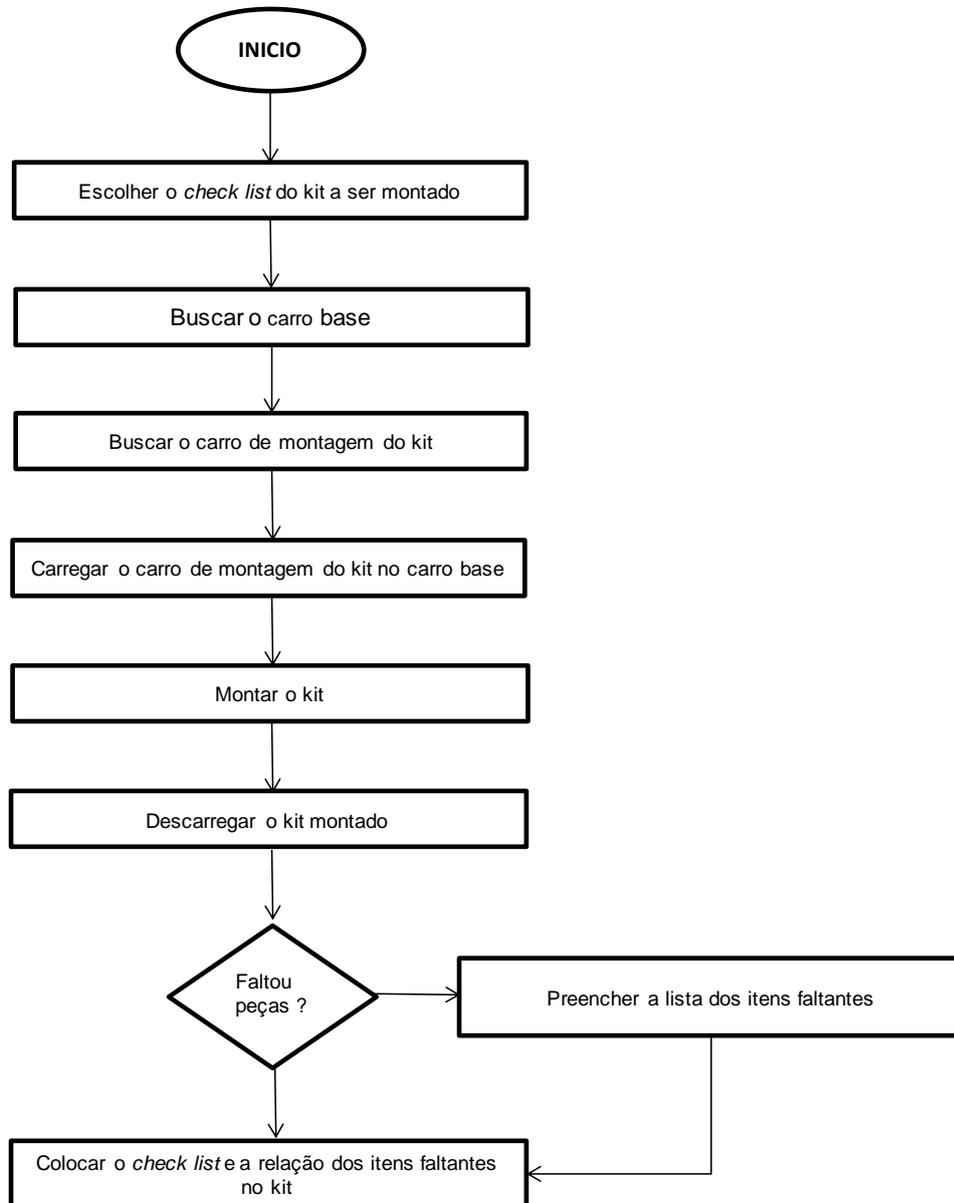
4.3 APLICAÇÃO DO MODELO DE CRONOANÁLISE DE SOUZA

O ponto de partida para a realização do estudo de tempos, considerando as informações obtidas no estudo bibliográfico sobre os benefícios da aplicação de um modelo de cronoanálise para determinação do tempo-padrão de uma operação, foi a escolha do modelo a ser utilizado. Assim, dos métodos estudados o que melhor se enquadrava nos objetivos propostos neste estudo foi o modelo de cronoanálise proposto por Souza (2012). Para a aplicação desse modelo, as seguintes etapas foram seguidas:

ETAPA 1: Elaborar o Fluxograma de processo

Para que o Modelo de Souza pudesse ser aplicado de forma eficaz, primeiramente foi elaborado um fluxograma do processo atual da montagem dos kits, conforme a figura 5, permite a identificação de todos os elementos da atividade de montagem desses kits de peças do setor logístico.

Figura 5 - Fluxograma do Processo de Montagem dos Kits



Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Através do fluxograma da figura 5, foi possível verificar todos os elementos necessários para a realização completa da operação de montagem dos kits.

ETAPA 2: Definição dos elementos da operação

Considerando o fluxograma exposto na figura 5, foram observados os seguintes elementos na atividade de montagem dos kits:

1. Escolha do *check list* do kit a ser montado: consiste na escolha de qual kit será montado, levando em conta o planejamento da produção. Trata-se de uma atividade preparatória.
2. Busca do carro-base: é uma atividade de movimentação que consiste em buscar o carro-base que fica localizado dentro dos mercados de peças.
3. Busca do carro de montagem do kit: trata-se do carro kit para alocar as peças.
4. Carregamento do carro de montagem do kit no carro-base: nesta atividade deve-se realizar o transbordo do local onde está armazenado o carro kit para o carro base.
5. Montagem do kit: conforme as peças identificadas no check list recebido o kit é montado, sendo as peças coletadas diretamente das prateleiras onde estão armazenadas. Esta operação dispense tempo, esforço e movimentação.
6. Descarregamento do kit montado: após o kit estar montado, desfaz-se o transbordo do carro-base até a bancada de armazenamento dos kits.
7. Preenchimento da lista dos itens faltantes: caso tenha sido identificada a falta de algum item componente do kit, este será registrado na lista de faltantes que acompanha o carro kit.
8. Colocação do *check list* e a relação dos itens faltantes no kit: o *check list* e a lista de faltantes são colocados junto ao kit, e este é direcionado para o posto na linha de montagem.

ETAPA 3: Classificar os elementos da operação quanto ao valor agregado

Após a definição dos elementos da operação de montagem dos kits, realizou-se a análise e a classificação desses elementos quanto à atividade que não agrega valor (NVA), atividade com valor semiagregado (SVA) e atividade com valor agregado (VA), conforme o quadro 4.

Quadro 4 - Classificação dos elementos da operação

Elementos da operação	NVA	SVA	VA
Pegar o <i>check list</i>		X	
Buscar o carro base	X		
Buscar o carro kit		X	
Movimentar o carro	X		
Montagem do kit			X
Estacionar o kit pronto	X		
Colocar o <i>check list</i> no kit		X	
Preencher o <i>check list</i> de faltas	X		
Identificar o kit		X	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

ETAPA 4: Definir as tolerâncias existentes no processo

Para realizar o estudo do tempo-padrão, é necessário definir as variáveis que interferem no desempenho do operador ao realizar suas atividades. Assim, para a operação considerada, foram utilizadas as tolerâncias conforme demonstrado no quadro 5.

Quadro 5 - Avaliação das tolerâncias

AVALIAÇÃO DAS TOLERÂNCIAS	
TOLERÂNCIAS PESSOAIS	5,0%
ESFORÇO FÍSICO	7,2%
ESFORÇO MENTAL	1,8%
CONDIÇÕES TÉRMICAS	1,8%
CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS	0,0%
MONOTONIA	
OUTRAS INFLUÊNCIAS DO MEIO	
RUÍDO	1,8%
UMIDADE	0,0%
VIBRAÇÃO	0%
TOTAL	17,60%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

A operação em estudo sofre influência de tolerâncias pessoais, esforço físico e mental do operador, além das condições térmicas do ambiente e do ruído. Essas variáveis geram um total de 17,6% de tolerâncias a serem consideradas para determinação do tempo padrão.

ETAPA 5: Realizar a cronometragem do tempo e a definição do número de ciclos a ser cronometrados

Definidas as tolerâncias e os elementos da operação, partiu-se para a cronometragem do tempo necessário para a montagem do kit. Na primeira medição encontrou-se um tempo de montagem superior a 20 minutos, assim foram necessárias apenas 3 medições para o cálculo do tempo-padrão. Esse número de ciclos é determinado conforme item 9 da figura 4.

ETAPA 6: Registrar os tempos cronometrados na planilha eletrônica e verificar o tempo-padrão.

O registro das informações é feito em planilha eletrônica desenvolvida por Souza, na qual os cálculos dos tempos é feito automaticamente conforme a definição das informações lançadas. Assim, as informações solicitadas na folha de cronoanálise foram registradas conforme demonstrado no Apêndice A.

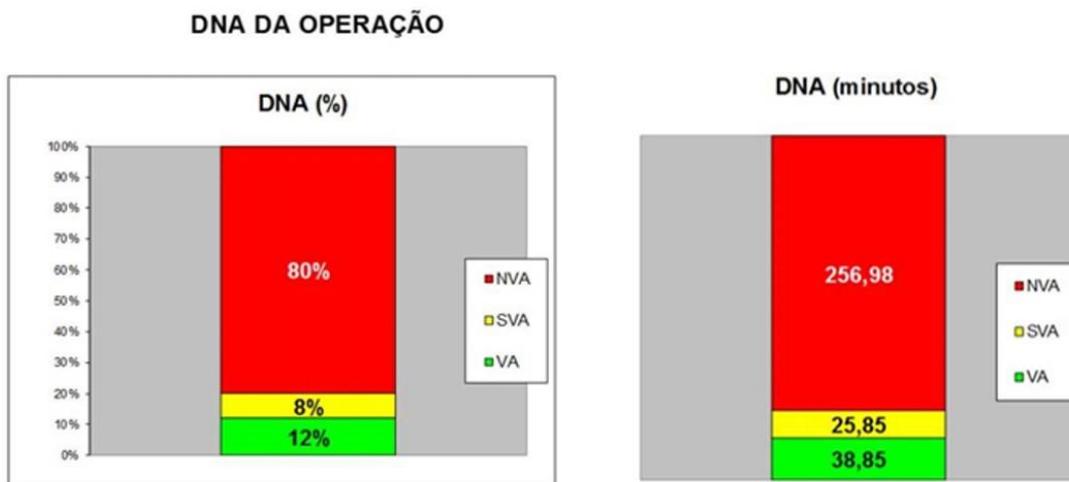
Analisando os dados que demonstram o estudo dos tempos, verifica-se que o tempo-padrão resultou em 378 minutos para a realização completa da operação, ou seja, 6 horas e 30 minutos, sendo que foi considerado ritmo normal do operador (100%) e tolerâncias de 17,6%. O registro das informações detalhadas consta no Apêndice A.

ETAPA 7: Analisar o gráfico de agregação de valor da operação.

Através da classificação dos elementos da operação conforme a agregação de valor, é gerado, automaticamente, pela planilha de cronoanálise desenvolvida por Souza, um gráfico que mostra qual a porcentagem de valor agregado existente na operação.

Considerando os gráficos de agregação de valor da operação conforme visualizados na figura 6, percebe-se que na realização da operação 12% são atividades que agregam valor, 8% referem-se a atividades de valor semiagregado, e 80% são atividades que não agregam valor, ou seja, é o tempo da operação referente a desperdícios, e que o cliente não tem interesse e não deseja pagar.

Figura 6 - Gráficos de agregação de valor da operação



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Souza, 2012, p. 45.

Assim, evidencia-se grande potencial de melhorias que podem ser realizadas a fim de eliminar ou reduzir as perdas desnecessárias e diminuir o tempo para a realização da operação em estudo, melhorando a competitividade do produto através da redução dos custos de produção.

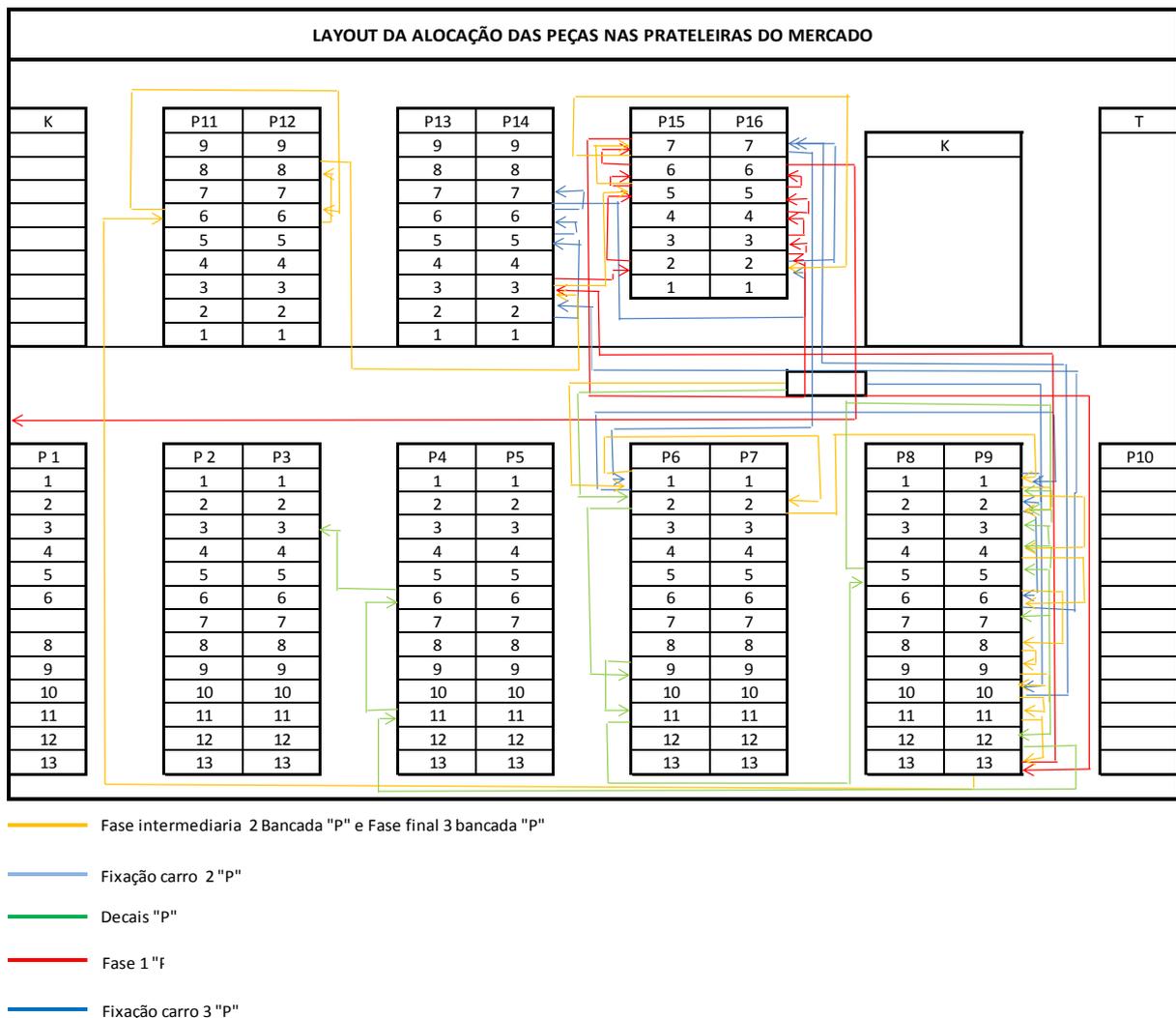
4.4 PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE PEÇAS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE MONTAGEM DOS KITS

A aplicação da cronoanálise na operação de montagem dos kits da plataforma permitiu identificar, por meio do estudo dos tempos e movimentos, um elevado percentual de atividades que não agregam valor à atividade. Grande parte dessas atividades estão relacionadas à movimentação necessária para pegar as peças e realizar a montagem dos kits.

Assim, considerando o exposto por Oliveira (2012), quando indica realizar melhorias nos pontos ineficientes identificados no processo, realizou-se um estudo da alocação das peças nas prateleiras do mercado, a fim de reduzir os desperdícios com movimentação e aumentar a produtividade do setor.

Primeiramente, elaborou-se um layout do cenário atual de alocação das peças no mercado, considerando o deslocamento realizado pelo operador para realizar a montagem dos 5 kits de peças que compõem a operação estudada, conforme identificado na figura 7.

Figura 7 - Layout atual da alocação das peças de montagem do kit no mercado



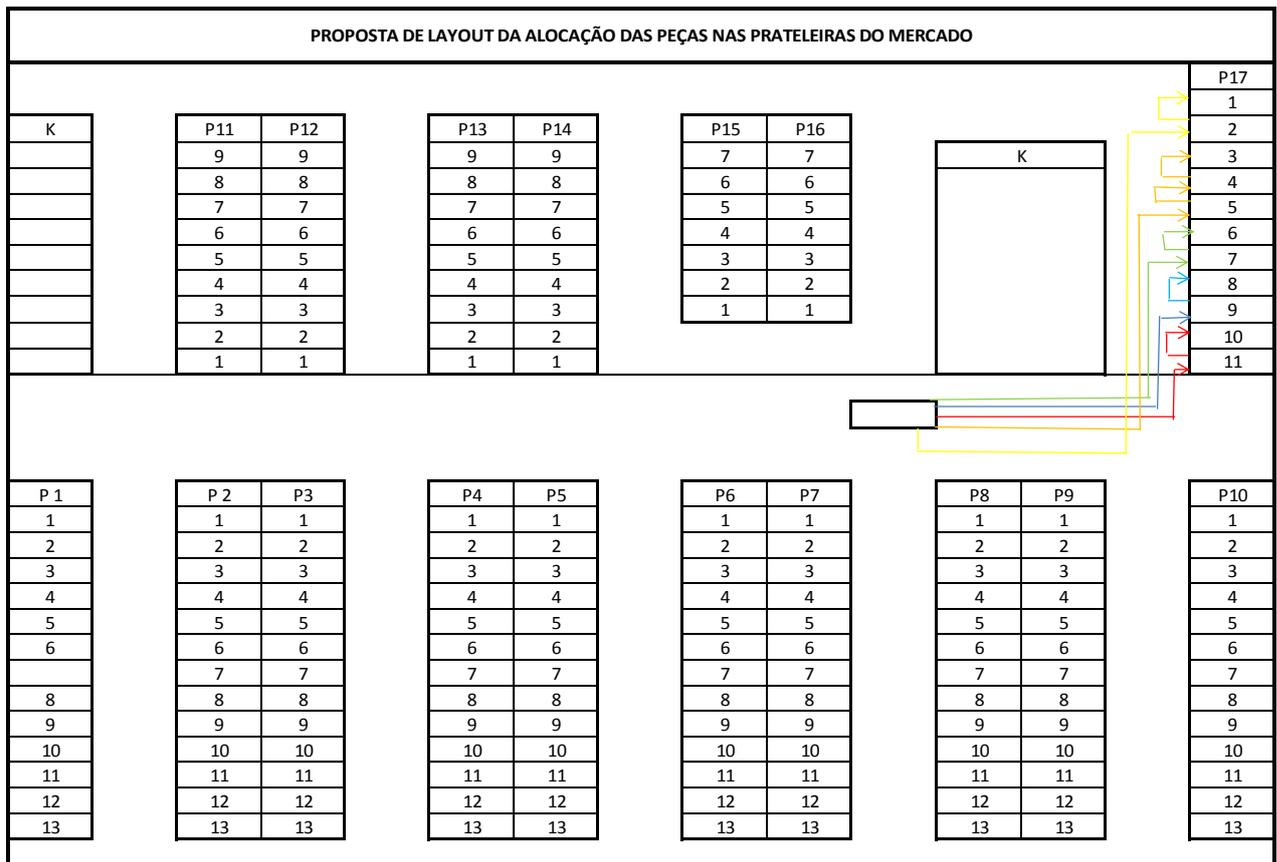
Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Conforme visualizado na figura 7, para a montagem desses 05 Kits, há uma grande perda relacionada à movimentação do operador para pegar as peças e montar os kits. Isso se deve ao fato de que não foi realizado um estudo para o armazenamento adequado das peças considerando seu uso.

Através de medições realizadas, encontrou-se uma distância de 817 metros percorridos pelo operador para a realização completa da operação. Essa distância é referente ao deslocamento realizado entre as prateleiras do mercado para pegar as peças que compõem os kits a serem montados. Em razão disso, elaborou-se uma nova forma de alocação das peças a ser proposta para a empresa, a fim de reduzir a movimentação do operador e eliminar grande parte da fadiga resultante do deslocamento realizado durante a operação.

Conforme a Abrafid (s.d.), a alocação das peças nos mercados deve considerar a demanda programada do item, ou seja, peças de demanda elevada devem ficar alocadas próximas umas das outras. Essa organização facilita o dinamismo da operação e aumenta a eficiência da operação, eliminando o desperdício de movimentação na busca das peças que compõem o kit.

Figura 8 - Layout proposto para a alocação das peças no mercado



— Fase intermediária 2 Bancada "P" e Fase final 3 bancada "P"
 — Fixação carro 2 "P"

Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Analisando a figura 8, é possível verificar uma grande redução de movimentação para montagem dos 05 kits que compõem a operação estudada. A alocação proposta consiste em manter todas as peças na mesma prateleira, facilitando a montagem dos kits.

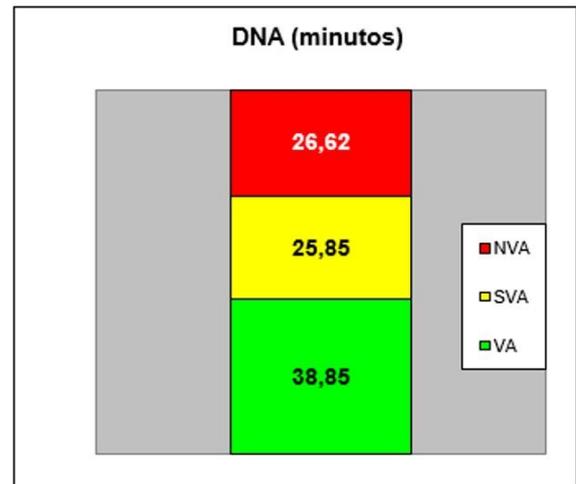
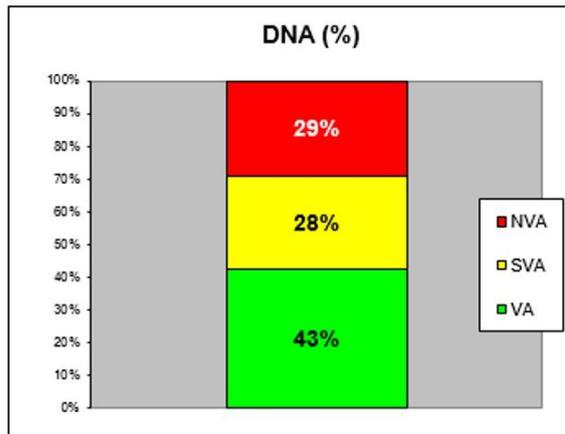
Com esta nova alocação das peças, a distância total percorrida pelo operador para realizar a operação completa é de 42 metros, uma redução de 94,86% de perdas referentes a deslocamento.

A fim de verificar um tempo padrão aproximado para a realização da operação com o novo posicionamento das peças, realizou-se uma simulação do estudo de tempos pelo método de cronoanálise elaborado por Souza. Assim o novo tempo padrão, em valores aproximados encontrados para a operação, foi de aproximadamente 107 minutos, considerando as mesmas tolerâncias e ritmo do operador. Este dado pode ser observado detalhadamente no Apêndice C deste trabalho.

Desse tempo padrão, 43% são atividades que agregam valor à operação; 28% são as atividades com valor semiagregado; e 29% atividades que não agregam valor algum para a operação, mas que precisam ser realizadas.

Na figura 9, pode-se visualizar com mais facilidade o gráfico de agregação de valor da operação após a realocação das peças no mercado.

Figura 9 - Gráfico de agregação de valor da operação após realocação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2013.

Considerando esses dados, é possível verificar que, se aplicado o novo modelo de alocação das peças, haverá uma redução de 94,8% das perdas com movimentação desnecessárias, como se pode identificar na figura 8. Consequentemente, haverá uma redução no tempo-padrão da montagem dos Kits da Plataforma no valor de 63,7% relacionado à redução do tempo-padrão para realizar a operação.

Analisando os ganhos decorrentes da aplicação da nova alocação das peças no mercado de peças, justifica-se sua implantação pela empresa, uma vez que terá aumento da produtividade e redução das perdas e custos de produção, tornando o produto mais competitivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu desenvolver um método para melhorar a produtividade e reduzir perdas para empresas que desejam expandir seus negócios, bem como manter-se no mercado extremamente competitivo. A base teórica para este método foi desenvolvida há muitos anos, e está sendo adotada cada vez mais pelas empresas por apresentar resultados satisfatórios. Trata-se da cronoanálise.

Primeiramente, realizou-se um estudo bibliográfico através de livros, monografias, teses, dissertações e artigos, como pode ser observado no item 2, visando enriquecer o conhecimento literário que é um dos objetivos específicos deste trabalho.

O segundo objetivo específico deste estudo, que consiste em identificar o método de cronoanálise a ser aplicado, foi atendido. A partir do conhecimento dos métodos e da viabilidade da aplicação do método de cronoanálise, optou-se pela aplicação do método elaborado por Souza, que consiste em uma planilha eletrônica que facilita o cálculo dos tempos, conforme pode observado no item 4.3.

O objetivo específico de realizar a aplicação do método da cronoanálise escolhido e efetuar as análises do tempo-padrão encontrado para a operação também foi atendido. Assim, identificou-se que 80% de atividades não agregam valor, ou seja, são perdas desnecessárias principalmente com movimentação do operador. Identifica-se também um tempo padrão para a realização da atividade de

378 minutos, sendo apenas 12% desse tempo composto por atividades que realmente agregam valor e que são do interesse de clientes.

Os valores encontrados e a respectiva análise, no item 4.4 deste estudo, demonstram que o objetivo específico de propor melhorias e adequações para tornar o processo mais eficiente foi atendido. Assim, propuseram-se melhorias no que se refere a uma nova forma de alocar as peças no mercado de peças da Logística, adequando a posição dos materiais necessários para a montagem dos Kits. Com o novo posicionamento das peças, há uma estimativa de reduzir 94,8% do deslocamento do operador no mercado, e cerca de 63,75% de redução no tempo-padrão necessário para a realização da operação total.

Considerando o exposto, fica evidenciado que a aplicação da cronoanálise permite reduzir perdas de movimentação, bem como custos relacionados à fabricação do produto, além de reduzir a fadiga do operador, aumentar a produtividade e a competitividade, entre outros fatores.

Vale ressaltar que é de extrema importância que as empresas promovam constante modernização e aperfeiçoamento de seus processos, visando à eliminação de perdas e à redução de custos. Assim podem se tornar mais competitivas e melhorarem sua posição no mercado atual.

Destaca-se ainda que a realização deste estudo foi muito importante para o acadêmico, pois proporcionou-lhe interligar conhecimentos teóricos e aplicação prática, ampliando os conhecimentos relativos à cronoanálise, uma vez que analisou um cenário com problemáticas que permitiu, através de um estudo, propor melhorias que se mostraram viáveis e eficientes.

Por fim, ressalta-se o uso deste estudo como subsídio para profissionais e empresas que queiram melhorar seus processos aplicando um método confiável. Para estudos futuros, sugere-se uma pesquisa sobre a importância da alocação das peças nos mercados do setor logístico a fim de reduzir as perdas com movimentação e aumentar a produtividade.

Assim, atende-se ao objetivo deste estudo, que é o de definir o tempo-padrão da montagem dos kits da plataforma através da aplicação da cronoanálise, propondo melhorias que venham a aumentar a produtividade e eficiência do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFID. **Técnicas de estocagem de peças.** Disponível em: <http://www.abradif.com.br/upload/portal/pt/departamentos/treinamento/pecas0401.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2013.

ALMEIDA, B.F.O. **Método da elaboração de folha de processos em sistemas de manufatura.** 2009. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora, 2009.

BARALDI, E.C. **Ergonomia e abastecimento planejado em uma linha de montagem automotiva.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BARNES, R.M. **Estudo de tempos e movimentos:** projeto e medida do trabalho. Tradução de Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2001. v. 1.

COSTA JÚNIOR, E.D. **Gestão em processos produtivos.** Curitiba: Ibpex, 2008.

CRUZ, J.M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

MARESCA, L. **Aplicação do methods time measurement (mtm) como instrumento de melhorias em uma linha de montagem:** estudo de caso. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção.** São Paulo: Saraiva, 2000.

MURDEL, M. E. **Estudo de movimentos e tempos – princípios e práticas.** São Paulo: Mestre Jou, 1966.

OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise.** Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

OLIVEIRA, J.C.G. **Estudo dos tempos e métodos, cronoanálise e racionalização industrial.** 2012. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/administracao-e-negocios/estudo-dos->

tempos-e-metodos-cronoanalise-e-racionalizacao-industrial/63820/>. Acesso em: 10 nov. 2013.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: [s.n.], 2004.

_____. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PERBONI, Fábio. **Análise do controle de produção através da cronoanálise, visando melhorias produtivas em uma empresa de esquadrias de madeira**. 2007. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) - Universidade do Contestado (UNC), Caçador, 2007.

SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C. **Manual de tempos e métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Administração da produção**. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, E. L. **Proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de soldagem e montagem de uma empresa de agronegócios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, 2012.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (Methods-time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003

TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos**. 3. ed. São Paulo: Itycho, 1977.

TOLEDO JR, I.F.B. **Balanceamento de linhas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Raphael A.Godoy, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A - FOLHA DE CRONOANÁLISE PROCESSO ATUAL

FOLHA DE CRONOANÁLISE																	
Setor:			Operador:			Analista:											
Posto:			Máquina:			Data:											
Operação			Nº POP:			Hora Início:			Hora Fim:								
DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	CICLOS (Segundos)										CÁLCULOS						
	Pegar o check list	Buscar o carro base	Buscar o carro o kit	Movimentar o carro	Montagem do kit	Estacionar o kit pronto	Colocar o check list no kit	Preencher o check list de falhas	Identificar o kit	Somatório	Ritmo (%)	Tempo Normalizado (TN)	Tolerâncias (%)	Tempo Padrão (TP)			
1 Fase Intermediária 2 Bancada "P" e Fase final 3 bancada "P"	73	50	194	798	194	133	31	41	51	1565	194	349	1022	100,0%	1565	17,6%	1840,44
2 Fixação camo 2 "P"	80	54	201	4911	620	182	39	52	48	6187	620	368	5199	100,0%	6187	17,6%	7275,91
3 Decais "P"	62	41	30	303	97	72	31	47	43	726	97	166	463	100,0%	726	17,6%	853,78
4 Fase 1 "P"	70	53	182	4409	823	176	37	36	45	5831	823	334	4674	100,0%	5831	17,6%	6887,26
5 Fixação camo 3 "P"	71	54	174	3783	597	169	41	55	48	4992	597	334	4061	100,0%	4992	17,6%	5870,59
6																	
TOTAL	356	252	781	14204	2331	732	179	231	235	19301	2331	1551	15419		19301	TOTAL:	22697,98
Legenda:											Fórmulas:						
TN: Tempo Normalizado											TN = Média (X) x Ritmo (%)		Tempo(mn) 378,2996				
TP: Tempo Padrão											TP = TN + Tolerâncias (%)		Tempo(h) 6,3049933				
											DVA(%)		Tempo(mn)				
											DVA(mn)		Tempo(h)				
											12%		378,2996				
											38,85		6,3049933				
											8%						
											26,86						
											80%						
											266,98						

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Souza, 2012.

APÊNDICE B - FOLHA DE CRONOANÁLISE – TABELAS E GRÁFICOS
PROCESSO ATUAL

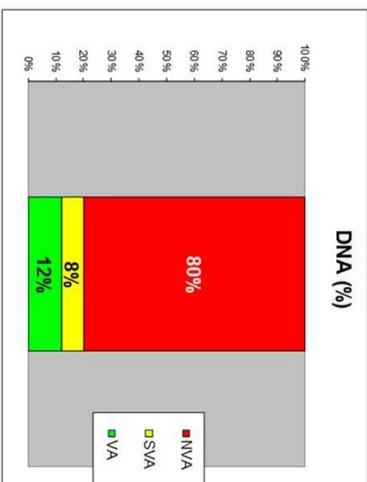
FOLHA DE CRONOANÁLISE - TABELAS E GRÁFICOS

TABELA PARA AVALIAÇÃO DO RITMO DO OPERADOR

HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA	FRACO
Não adaptado ao trabalho. Comete erros e tem movimentos inseguros.	Falta de interesse e métodos inadequados.
REGULAR	REGULAR
Comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros.	Idem ao anterior porém com menos intensidade.
NORMAL	NORMAL
Exatidão satisfatória e ritmo razoavelmente constante.	Trabalho constante e esforço satisfatório.
BOA	BOM
Tem confiança, ritmo constante e raras exaltações.	Trabalho constante e confiança, com pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE	EXCELENTE
Precisão nos movimentos, sem hesitações e erros.	Trabalho com rapidez e movimentos precisos.
SUPERIOR	SUPERIOR
Movimentos iguais, comparáveis a uma máquina.	Ritmo impossível de ser mantido um dia inteiro.
NORMAL	NORMAL
	100%

Valores	Habilidade				
	S	E	B	N	F
S	127	122	117	113	93,5
E	123	119	114	109	90
B	118	113	108	104	84,5
N	114	110	105	100	81
R	108	104	99	94	75
F	100	95	90	86	66,5

DNA DA OPERAÇÃO



DNA (minutos)

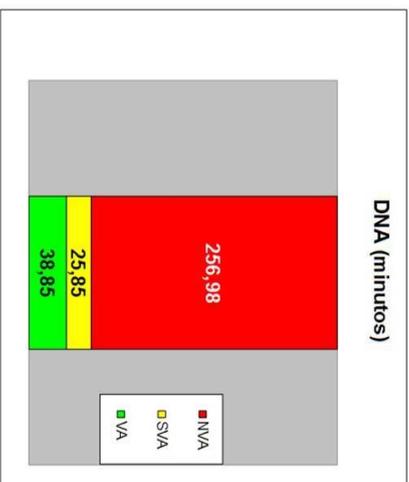


TABELA PARA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CICLOS A SEREM CROMOMETRADOS

Tempo de Ciclo (min)	Número de medições
≥ 20	3
≥ 7 e < 20	5
≥ 3 e < 7	7
< 3	10

APENDICE C – FOLHA DE CRONOANÁLISE - PROCESSO PROPOSTO

FOLHA DE CRONOANÁLISE																	
Setor: Montagem		Operador:		Analista:		Posto:		Máquina:		Data:		Operação Montagem do C/Embocador					
Nº POP:				Hora Início:		Hora Fim:											
DESCRÇÃO DOS ELEMENTOS	CICLOS (Segundos)										CÁLCULOS						
	Pegar o check list	Buscar o carro base	Buscar o carro kit	Movimentar o carro	Montagem do kit	Estacionar o kit pronto	Colocar o check list no kit	Preencher o check list de falhas	Identificar o kit	Somatório	V/A	S/A	N/A	Ritmo (%)	Tempo Normalizado (TN)	Tolerâncias (%)	Tempo Padrão (TP)
1 Fase intermediária 2 Bancada 1ª e Fase final 3 bancada 1ª	73	50	194	60	194	133	31	41	51	827	194	349	294	100,0%	827	17,6%	972,55
2 Fixação carro 2ª 1ª	80	54	201	124	620	182	39	52	48	1400	620	388	412	100,0%	1400	17,6%	1646,40
3 Decais 1ª	62	41	30	10	97	72	31	47	43	433	97	166	170	100,0%	433	17,6%	509,21
4 Fase 1ª 1ª	70	53	182	94	823	176	37	36	45	1516	823	324	329	100,0%	1516	17,6%	1782,82
5 Fixação carro 3ª 1ª	71	54	174	94	597	169	41	55	48	1303	597	324	372	100,0%	1303	17,6%	1522,33
6										0	0	0	0	100,0%	0	17,6%	0,00
TOTAL	356			382	2331	732	179	231	235	5479	2331	1551	1597				TOTAL: 6443,30
Legenda:										Formulas:							
TN: Tempo Normalizado										TN = Média (X) x Ritmo (%)			Tempo(mn) 107,3884				
TP: Tempo Padrão										TP = TN + Tolerâncias (%)			Tempo(h) 1,7898067				

APENDICE D – FOLHA DE CRONOANÁLISE- TABELAS E GRÁFICOS
PROCESSO PROPOSTO

FOLHA DE CRONOANÁLISE - TABELAS E GRÁFICOS	
TABELA PARA AVALIAÇÃO DO RITMO DO OPERADOR	
AValiação do Ritmo do Operador	
HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA	FRACO
Não adaptado ao trabalho. Comete erros e tem movimentos inseguros.	Falta de interesse e métodos inadequados.
REGULAR	REGULAR
Comete menos erros e seus movimentos são quase seguros.	Idem ao anterior porém com menos intensidade.
NORMAL	NORMAL
Exatidão satisfatória e ritmo razoavelmente constante.	Trabalho constante e esforço satisfatório.
BOA	BOM
Tem confiança, ritmo constante e raras exatções.	Trabalho constante e confiança, com pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE	EXCELENTE
Precisão nos movimentos, sem hesitações e erros.	Trabalho com rapidez e movimentos precisos.
SUPERIOR	SUPERIOR
Movimentos iguais, comparáveis a uma máquina.	Ritmo impossível de ser mantido um dia inteiro.
NORMAL	NORMAL
NORMAL	100%

Valores	Habilidade				
	S	E	B	N	F
S	127	122	117	113	93,5
E	123	119	114	109	90
B	118	113	108	104	84,5
N	114	110	105	100	81
R	108	104	99	94	75
F	100	95	90	86	66,5

Esforço

Valores	Habilidade				
	S	E	B	N	F
S	127	122	117	113	93,5
E	123	119	114	109	90
B	118	113	108	104	84,5
N	114	110	105	100	81
R	108	104	99	94	75
F	100	95	90	86	66,5

TABELA PARA DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CICLOS A SEREM CRONOMETRADOS

Tempo de Ciclo (min)	Número de medições
≥ 20	3
≥ 7 e < 20	5
≥ 3 e < 7	7
< 3	10

DNA DA OPERAÇÃO

Classificação	Porcentagem
NVA	29%
SVA	28%
VA	43%

DNA (minutos)

Classificação	Tempo (min)
NVA	26,62
SVA	25,85
VA	38,85