



Leandro Luis Rosso

**UTILIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA PROPOR
MELHORIAS NO PROCESSO DO CARREGAMENTO DE
MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Horizontina

2015

Leandro Luis Rosso

**UTILIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE PARA PROPOR MELHORIAS NO
PROCESSO DO CARREGAMENTO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

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: Prof. Sirnei César Kach, Me.

Horizontina

2015

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Utilização da Cronoanálise para Propor Melhorias no Processo do
Carregamento de Máquinas Agrícolas”**

Elaborada por:

Leandro Luis Rosso

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

**Aprovado em: 12/11/2015
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Sirnei César Kach, Me.
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Prof. Leonardo Teixeira Rodrigues, Esp.
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Eng. André Deniz Rossarola
John Deere Brasil**

**Horizontina
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que de alguma maneira colaboraram durante a minha graduação, apoiando, incentivando e contribuindo para o meu sucesso.

Em especial aos meus pais que mesmo não se fazendo presente sempre estão guiando e iluminando meu caminho, diariamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar minha jornada.

De forma muito especial, agradeço a minha companheira, Juliana Perin Fronza e a meu irmão, Evandro Carlos Rosso, por todo incentivo, apoio, força e compreensão dados durante esta caminhada.

A memória de meus pais, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade e graças a estes ensinamentos consegui chegar até aqui.

Aos colegas e amigos, que juntos passamos pelos mesmos obstáculos, e soubemos superá-los nos momentos difíceis, compartilhando do mesmo sonho.

Agradeço também ao Engenheiro André Deniz Rossarola pela orientação e apoio durante a execução deste projeto.

Ao Mestre Sirnei César Kach pela paciência e dedicação durante a orientação deste trabalho.

Aos demais mestres, que, por suas ações, nos mostraram os bons caminhos que devemos seguir e que ao longo do curso souberam nos guiar para além das teorias e transmitir-nos conhecimentos, experiências profissionais e de vida, apoiando-nos nas dificuldades e também agradeço àqueles que, por sua omissão, nos mostraram os caminhos à evitar.

RESUMO

Em um mercado altamente competitivo e com clientes cada vez mais exigentes, as empresas são obrigadas a aperfeiçoar suas operações na busca de maior produtividade e diminuição no tempo de entrega, mantendo sempre a qualidade de seus produtos, a padronização das atividades dos setores produtivos da empresa, o que fortalece esse sistema operacional. Assim, este estudo foi realizado no processo de carregamento de máquinas agrícolas de uma empresa de grande porte, que busca padronizar este setor, a fim de deixá-lo alinhado com os demais padrões da empresa, aumentando sua produtividade e identificando melhorias e possibilidade de ganhos potenciais para o processo. Neste contexto, o trabalho tem por objetivo aplicar a cronoanálise para o processo de carregamento de máquinas agrícolas, com o intuito de definir um tempo-padrão para cada atividade operacional desenvolvida, da mesma forma, propor melhorias para o processo. A metodologia definida para a realização deste estudo consiste no uso da pesquisa-ação onde os tempos foram coletados através de vídeo e cronômetro. Para análise dos vídeos, a ferramenta utilizada foi: Estudo de Tempos e Movimentos (TMS), essa ferramenta possibilita a identificação de vários pontos, como, por exemplo, o desempenho do operador, as tolerâncias para cada atividade e demais variáveis que impactam no processo. A cronoanálise foi aplicada, coletando os tempos para cada atividade executada pelos funcionários. Após a coleta, os dados foram analisados e um gargalo no processo de preparação/revisão de embarque foi encontrado. Para este gargalo, foi apresentada uma proposta que visa à redistribuição de atividades desnecessárias para o setor estudado, esta proposta trouxe ganhos em potencial para o processo de carregamento de máquinas agrícolas da empresa. De modo geral, o processo teve uma redução significativa no tempo destinado para execução das atividades do setor.

Palavras-chave: Cronoanálise. Tempo-padrão. Carregamento. Métodos.

ABSTRACT

In a highly competitive market and customers more demanding, companies are required to improve its operations in pursuit of greater productivity and reduction in delivery time, while maintaining the quality of its products, standardizing the activities of the productive sectors of the company, which strengthens this operating system. This study was conducted in the loading process of agricultural machines in a large company, which seeks to standardize the sector in order to leave it in line with the company's other standards, increasing productivity and identifying improvements and possibility of gains potential for the process. In this context , the study aims to apply the cronoanálise for the charging of agricultural machinery, in order to set a standard time for each operating activity developed in the same way , propose improvements to the process. The methodology defined for this study is the use of action research where the times were collected through video and timer. For analysis of the videos, the tool used was: Time Study and movements (TMS), this tool allows the identification of various points such as, for example, operator performance, the tolerances for each activity and other variables that impact the process. The cronoanálise was applied, collecting time for every activity performed by employees. After collection, the data were analyzed and a bottleneck in the process of preparation / shipment review was found. For this bottleneck, a proposal for the redistribution of unnecessary activities for the studied sector was presented this proposal brought earnings potential for the loading process of agricultural machinery company. In general, the process had significant reduction in the time allotted for implementation of the industry's activities.

Keywords: Cronoanálise. Standard time. Loading. Methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cabeçalho da folha de cronoanálise	23
Figura 2 – Exemplo de anotações dos tempos para um processo	31
Figura 3 – Modelo de VSM para uma indústria	33
Figura 4 – Delineamento da pesquisa	38
Figura 5 – Cronômetro digital	40
Figura 6 – Folha de cronoanálise	54
Figura 7 – VSM do carregamento de máquinas agrícolas.....	60
Figura 8 – <i>Layout</i> atual do setor de carregamento	61
Figura 9 – Gráfico indicador da relação entre o tempo atual e tempo futuro	47
Figura 10 – Gráfico indicador da relação entre a distância percorrida pelo operador para uma máquina	47
Figura 11 – VSM do carregamento com melhoria proposta	62
Figura 12 – <i>Layout</i> do setor de carregamento com melhoria proposta	63
Figura 13 – Gráfico indicador da redução no tempo de deslocamento de veículo terceiro nas dependências da empresa.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Divisão do tempo.....	18
Quadro 2 – Importância da cronoanálise nos setores	20
Quadro 3 – Elementos de uma operação.....	22
Quadro 4 – Percentuais para cálculos da eficiência do operador	25
Quadro 5 – Conceitos para classificação da habilidade e do esforço	26
Quadro 6 – Roteiro para as operações de revisão/preparação de embarque de máquinas agrícolas	55
Quadro 7 – Roteiro para atividades do carregamento de máquinas agrícolas.....	57
Quadro 8 – Relação das atividades do setor de revisão/preparação de embarque com seus respectivos tempos, atuais e futuros.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de medições por tempo de ciclo	24
Tabela 2 – Concessão de tolerâncias para monotonia	28
Tabela 3 – Concessão de tolerâncias para esforço mental.....	28
Tabela 4 – Concessão de tolerâncias para esforço físico	29
Tabela 5 – Concessão de tolerâncias para condições ambientais	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. JUSTIFICATIVA	13
1.2. OBJETIVOS	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA.....	15
2.2. DIVISÃO DO TRABALHO	16
2.3. ESTUDOS DOS TEMPOS E MOVIMENTOS	17
2.4. CRONOANÁLISE	20
2.4.1. Registrar informações da operação	21
2.4.2. Divisão da operação em elementos	21
2.4.3. Observação e registro do tempo gasto pelo operador	22
2.4.4. Números de ciclos a serem cronometrados	23
2.4.5. Avaliação do ritmo do operador	25
2.4.6. Determinação do tempo normalizado	26
2.4.7. Concessão das tolerâncias	27
2.5. TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DE TEMPO PADRÃO	30
2.5.1. Cronometragem	31
2.6. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM.....	32
2.6.1. Takt time	33
2.7. ARRANJO FÍSICO	34
2.8. TRABALHO EM ALTURA.....	34
2.9. LOGÍSTICA INTERNA.....	35
3. METODOLOGIA	36
3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	36
3.2. PROCESSO DE PESQUISA-AÇÃO.....	36

3.2.1. Etapas do processo de pesquisa-ação	37
3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA	37
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
4.1. CENÁRIO ATUAL DO SETOR DE CARREGAMENTO	39
4.2. UTILIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE	40
4.2.1. Registro das informações do processo	40
4.2.2. Número de ciclos a serem cronometrados.....	41
4.2.3. Ritmo do operador	41
4.2.4. Determinar tolerâncias	42
4.2.5. Determinação do tempo padrão para a operação.....	42
4.3. ROTEIRO DE ATIVIDADES	43
4.4. UTILIZAÇÃO DO VSM – MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	43
4.5. CONHECENDO O PROCESSO DE REVISÃO/PREPARAÇÃO DE EMBARQUE	44
4.6. PROPOSTA PARA MELHORAR O PROCESSO.....	45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICE A	55
APÊNDICE B	56
APÊNDICE C	58
APÊNDICE D	60
ANEXO A	61
ANEXO B	62
ANEXO C	63
ANEXO D	64

1. INTRODUÇÃO

Em um mercado altamente competitivo, onde os clientes estão cada vez mais exigentes, as empresas são obrigadas a aperfeiçoar suas operações na busca de maior produtividade. Para isso, a padronização dos métodos de trabalho e a definição de tempos padrão para cada atividade são fatores imprescindíveis.

Tempos em que inovar é preciso, a qualidade, flexibilidade, baixo custo, otimização dos processos e a maximização dos resultados conduzem o desenvolvimento da produção nas empresas. Para tanto, utilizam-se cada vez mais ferramentas, métodos ou metodologias que permitem atingir os padrões exigidos, implementando novas tecnologias, eliminando falhas e aumentando a produtividade, alcançando a satisfação dos clientes.

A padronização dos métodos e a definição do tempo padrão para as atividades são fatores fundamentais, para que as empresas possam alinhar todos os seus processos, assim obtendo uma excelência operacional. A partir da definição do tempo padrão de cada atividade desenvolvida, torna-se possível identificar a capacidade de produção da empresa e até mesmo onde este processo está falhando.

O local de estudo deste Trabalho é uma empresa de grande porte, do ramo agrícola, localizada na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A empresa possui várias áreas produtivas que estão interligadas de forma que o processo ocorra alinhado, seguindo os procedimentos internos, auxiliando os objetivos propostos em sua missão. Do mesmo modo, ela deve adequar sua atividade de uma forma que ofereça aos trabalhadores um ambiente seguro e prático para se trabalhar. Porém, a área destinada à expedição dos produtos finais oriundos da linha de produção não possui uma sequência de eventos documentada com os tempos respectivos para cada atividade, fazendo com que cada operador execute a atividade de uma forma diferente e os novos funcionários não recebam um roteiro para ser seguido.

Diante disso, definiu-se o seguinte problema de pesquisa:

- A aplicação da cronoanálise, como ferramenta base para propor melhorias no setor de carregamento de produtos finais, poderá melhorar este processo, documentando os tempos para cada atividade, criando um roteiro para ser seguido, levando em conta todo o ambiente de trabalho do setor?

1.1. JUSTIFICATIVA

Considerando o problema de pesquisa, este estudo se justifica pela possibilidade de contribuir com a empresa estudada no que se refere à padronização das atividades executadas pelos funcionários no setor de carregamento de máquinas. Desta forma será possível seguir um roteiro e, assim, melhorar a produtividade da área, identificando os riscos de cada atividade a fim de evitar acidentes e garantir a entrega do produto final com qualidade. Da mesma forma em que este trabalho se propõe em ajudar a empresa na padronização da atividade em questão perante os demais setores da empresa, também poderá contribuir com pesquisas futuras no ambiente acadêmico, pois a empresa possui um amplo portfólio de produtos que são embarcados no mesmo setor.

Diante disso, este estudo oportuniza aos acadêmicos acrescentarem conhecimentos sobre a aplicação da cronoanálise na padronização de processos em empresas de todos os portes por meio de buscas teóricas e análises práticas. Permite também o crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional, sendo possível alinhar teorias e experiências adquiridas nos bancos escolares ao longo da vivência acadêmica. Para desenvolver um bom trabalho, o aprendizado em sala de aula é importante, uma vez que é necessário realizar um estudo de campo e colocar em prática o aprendizado podendo elencar as vantagens e desvantagens da aplicação da cronoanálise ao maior interessado: a empresa.

A viabilidade deste apresenta-se diante da boa aceitabilidade da organização em aplicar a cronoanálise para a atividade de carregamento de seus produtos. Buscando alinhar este setor da empresa com os demais que possuem um roteiro bem detalhado, melhorar a produtividade da área, identificar as falhas no processo e apontar as oportunidades de crescimento. Da mesma forma, o estudo sobre a aplicação da cronoanálise nas atividades das empresas trata-se de um tema com destaque, sendo foco principal naquelas que pretendem ter processo padronizado e sem falhas, alta produtividade e excelência operacional.

1.2. OBJETIVOS

Diante da situação encontrada na empresa em estudo, definiu-se o seguinte objetivo geral: aperfeiçoar o processo de carregamento de máquinas agrícolas, proporcionando desta forma, ganhos reais e potenciais para a organização.

Com o intuito de atender o objetivo geral proposto para este estudo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Coletar os tempos referentes ao processo de carregamento de máquinas agrícolas, relacionando os tempos atuais com os futuros, com base na proposta de melhoria apresentada;
- Apresentar proposta de um roteiro para as atividades do setor, com seus respectivos tempos;
- Propor melhorias para o processo como um todo;
- Reduzir o risco de queda no qual o funcionário fica exposto ao preparar a máquina para o embarque;
- Apresentar os ganhos em potencial com a proposta deste trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura está dividida em duas partes principais a primeira sobre o estudo de tempos e movimentos, e a segunda sobre a cronoanálise.

Para Landgraf (2012), o sucesso das empresas depende essencialmente da qualidade de seus produtos e também no atendimento dos serviços prestados ao consumidor, o que constitui num grande diferencial de competitividade. A imagem organizacional é construída sobre a satisfação do cliente e pela busca permanente da sua fidelidade, determinando a sobrevivência e o crescimento neste mercado de concorrência acentuada.

Segundo Carvalho *apud* Campos e Pagnoncelli (2009), o sucesso de um negócio depende de variáveis, como: clientes, equipe de trabalho, tecnologia aplicada, fornecedores parceiros, produtividade, competitividade e imagem da empresa. Estas variáveis, quando atendidas, levam ao lucro, que é o objetivo de qualquer negócio. Onde a fidelização dos clientes é fator de extrema importância. Uma empresa vive da venda de produtos ou serviços, que devem ter qualidade assegurada, preço acessível e um bom prazo de entrega. A percepção dos clientes sobre estes quesitos é que faz com que ele continue sempre comprando, e os empresários atendendo às necessidades dos clientes.

2.1. ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA

Segundo Maresca (2007), toda a base do sistema de tempos pré-determinados a partir da utilização do Método de Tempos e Movimentos (MTM) baseia-se no estudo de tempos e movimentos empreendidos por Taylor, que iniciou 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 da administração científica foi iniciada no começo deste século pelo engenheiro americano Frederick W. Taylor, considerado o fundador da moderna Teoria Geral da Administração (TGA). Taylor provocou uma verdadeira revolução no pensamento administrativo e no mundo industrial de sua época. A preocupação original foi eliminar o fantasma do desperdício e das perdas sofridas pelas indústrias

e elevar os níveis de produtividade por meio da aplicação de métodos e técnicas da engenharia industrial (CHIAVENATO, 2001).

Sugai (2003) reforça o conceito argumentando que: a administração científica é o conjunto dos primeiros esforços para elaborar uma “ciência da administração”, com ela a improvisação deveria ceder lugar ao planejamento e o empirismo à ciência. Nesse contexto, Taylor teve um papel de destaque por ter sido pioneiro na realização de um trabalho extremamente metódico.

Ainda, segundo Chiavenato (2001), Taylor inovou ao fazer a análise completa do trabalho, inclusive dos tempos e movimentos, estabelecer padrões de execução, treinar operários, especializar o pessoal, instalar uma sala de planejamento, desta forma, assumir uma atitude metódica ao analisar e organizar a unidade fundamental de qualquer estrutura, adotando esse critério até o topo da organização.

Para Sugai (2003), a administração científica se divide em quatro principais atribuições:

- Primeira: desenvolvimento de uma ciência que substitua os métodos empíricos para cada elemento do trabalho individual;
- 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 o trabalho com os princípios da ciência que foi desenvolvida;
- Quarta: manter uma 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 esta esteja mais bem preparada que o trabalhador. No passado, quase todo o trabalho e a maior parte das responsabilidades pesavam sobre o operário.

2.2. DIVISÃO DO TRABALHO

Para Chiavenato (2002), a divisão do trabalho atende a uma racionalidade, isto é, ela é adequada aos objetivos a serem atingidos: a eficiência da organização. Daí o aspecto racional da burocracia. Há uma divisão sistemática do trabalho e do poder, estabelecendo as atribuições de cada participante, que por sua vez tem um cargo específico, funções específicas, uma esfera de competência e responsabilidade. Nesta divisão, cada participante deve saber qual sua tarefa, a

capacidade de comando sobre os outros e, sobretudo, quais são os limites de sua tarefa, direito e poder, para não ultrapassar esses limites, não interferir na competência alheia nem prejudicar a estrutura organizada, porque é coerente com os objetivos visados.

Slack, Chambers e Johnston (2002), citam algumas vantagens da divisão do trabalho:

- Proporciona aprendizado mais rápido, pois é obviamente mais fácil aprender como fazer uma tarefa relativamente pequena e simples do que uma grande e complexa;
- A automação torna-se mais fácil. A divisão de uma tarefa total em pequenas partes faz surgir à possibilidade de automatização de algumas dessas tarefas simples;
- Trabalho não produtivo reduzido. Este é provavelmente o mais importante benefício da divisão do trabalho. Em tarefas grandes e complexas, a proporção de tempo despendido em pegar e largar ferramentas e materiais e, de forma geral, encontrar, posicionar e procurar peças pode ser muito alta. Com a divisão do trabalho, equipamentos especializados e dispositivos de manuseio de materiais, podem ser desenvolvidos para ajudar as pessoas a desempenhar seu trabalho de forma mais eficientemente, reduzindo o trabalho não produtivo.

2.3. ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS

O estudo dos tempos teve seu início em 1881, na usina da *Midvale Steel Company*, e onde Taylor foi seu introdutor. O trabalho de Taylor na *Midvale Steel Company* fez com que ele chegasse à conclusão de que o sistema operacional da fábrica deixava muito a desejar. Logo após tornar-se o mestre geral, decidiu tentar mudar o estilo da administração, pois segundo ele, o maior obstáculo para a cooperação harmoniosa entre os trabalhadores e a empresa era a incapacidade que a administração tinha em estabelecer uma carga de trabalho apropriada e justa para a mão de obra. Taylor então se empenhou num estudo científico para a determinação do tempo necessário ao desempenho de vários tipos de trabalho (BARNES, 1977).

Para Silva e Coimbra (1980), o estudo de tempo é um procedimento para a determinação da quantidade de tempo necessário para que uma pessoa qualificada

e treinada execute uma tarefa específica, trabalhando sob certas condições de medidas. Deve ser feito com competência e justiça, fixando as cargas de trabalho que não demandam esforços excessivos dos operadores, mas que, por outro lado, será justo com as exigências do trabalhador no cumprimento de sua jornada de trabalho.

Contador, *et al.* (1997) ressalta que o objetivo do estudo de tempos é a determinação do tempo normal e do tempo padrão na realização de uma dada tarefa. É possível definir o tempo normal como sendo o tempo necessário para que uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, realize uma tarefa específica. Já tempo padrão é o tempo normal acrescido das tolerâncias pertinentes a aquela tarefa específica.

Segundo Maresca *apud* Barnes (2007), o estudo do tempo era dividido em duas categorias distintas: uma fase construtiva e uma fase analítica, conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1 – Divisão do tempo

FASE CONSTRUTIVA	<ul style="list-style-type: none"> • Combinar em vários grupos os movimentos elementares, que são usados frequentemente na mesma sequência, em operações semelhantes, registrá-los e arquivá-los de tal forma que eles possam ser facilmente encontrados; • Destes registros é fácil selecionar a sequência adequada de movimentos que devem ser usados por um operário produzindo um determinado produto, somando os tempos relativos a esses movimentos e adicionando as tolerâncias correspondentes, obtendo-se então o tempo padrão para a tarefa em estudo; • A análise de uma operação quase sempre revela imperfeições nas condições que cercam a mesma, tais como: o uso de ferramentas inadequadas; emprego de máquinas obsoletas; existências de más condições de trabalho. E o reconhecimento adquirido através de análise, permite a padronização das ferramentas, condições de trabalho e desenvolvimento de melhores máquinas e métodos.
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, pequenos acidentes; • Estudar e registrar a porcentagem que deve ser adicionada ao tempo

	<p>para cobrir a inexperiência dos funcionários nas primeiras vezes que ele executa a operação;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudar e registrar a porcentagem de tempo, que deve ser tolerada para descanso e intervalos em que deve ser efetuado, a fim de eliminar a fadiga física.
--	---

Fonte: Maresca, 2007.

Estudo de tempo é uma técnica de medida das tarefas para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização das atividades com um nível definido de desempenho (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

O estudo dos movimentos também é definido por Barnes (1977), como um procedimento para a análise científica de métodos de trabalho que considera a matéria-prima, o projeto da peça, processo ou ordem de serviço, as ferramentas e equipamentos, local de trabalho e os movimentos das mãos e do corpo, com o objetivo de determinar um método preferível de atividade.

O objetivo do estudo dos movimentos é a determinação do método mais adequado para a execução do trabalho, mediante a análise dos movimentos feitos pelo operador durante a operação. Procura-se eliminar os movimentos ou ações que elevam desnecessariamente o tempo da atividade do operador ou aqueles que poderiam provocar-lhe problemas ergonômicos (SUGAI, 2003).

Segundo Muniz (2011), a definição para o estudo de tempos e métodos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho e cita os seguintes objetivos para este estudo:

- Estabelecer um sistema e método que se adéque melhor as necessidades do processo;
- Padronizar esse sistema e método, para ser seguido por todos os colaboradores;
- Registrar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando com ritmo normal, para executar uma atividade ou operação específica;
- Orientar o treinamento do trabalhador no método proposto, para que este saiba como agir em diversas situações.

De acordo com Barnes (1977), o estudo de tempos introduzidos por Taylor, foi usado principalmente na determinação do tempo padrão, e o estudo de movimentos desenvolvido pelo casal Frank e Lilian Gilbreth foi empregado na melhoria de

métodos de trabalho. Estes estudos, porém, não foram usados juntos de imediato. A partir de 1930 os termos “estudos de tempos e movimentos” começaram a ser usados conjuntamente, ambos se completando, objetivando a melhoria dos métodos de trabalho existentes. Com o passar dos anos, novos conceitos e ideias foram sendo incorporadas, de forma a não mais querer melhorar um método existente, mas determinar o método ideal ou mais próximo do ideal a ser usado.

2.4. CRONOANÁLISE

Para Miranda (2009), a cronoanálise analisa os métodos, materiais, ferramentas e instalações utilizadas para a execução de um trabalho com o objetivo de encontrar uma forma mais econômica de se fazer um trabalho, normalizar métodos, materiais, ferramentas e instalações. Ela determina, de forma exata e confiável, o tempo necessário para um funcionário realizar um trabalho em ritmo normal.

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

Quadro 2 – Importância da cronoanálise nos setores

Na indústria	No profissional	Na vida prática
<ul style="list-style-type: none"> • Em todos os campos; • Engenharia de produtos (viabilidade econômica); • Engenharia de projetos (processos); • Planejamento (previsões); • Produção (layout, carga máquina e carga homem); • Programação (planos de produção); • Administração (detalhes técnicos administrativos); • Financeiro (custos); • Gerencial (detalhes técnicos administrativos); 	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfação profissional; • Visão geral das coisas; • Não “bitola”; • Mudanças constantes; • Aperfeiçoamentos constantes; • Contatos de alto nível; • Nível salarial mais alto; • Confiança e segurança para decisões; • Objetividade; • Possibilidades imprevisíveis; • Saber o que é importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguça o senso analítico; • Cada contradição é uma nova experiência adquirida; • Aviva o raciocínio; • Pondera antes de decisões; • Rapidez nas decisões; • Previsões; • Confiança e segurança; • Sabe o que lhe convém; • Você saberá que quem pode melhor lhe aconselhar será você mesmo; • Consequentemente, novo padrão de vida.

Fonte: Adaptado de Toledo Jr.; Kuratomi, 1977.

Barnes (1977) define sete passos para realização da cronoanálise:

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.

2.4.1. Registrar informações da operação

Silva e Coimbra (1980) afirmam que o cronometrista deve fazer um resumo da operação, a fim de familiarizar-se com a mesma, é necessário verificar as operações anteriores e posteriores, para estabelecer os pontos de início e fim da operação que será cronometrada.

De acordo com Costa Júnior (2008), esta etapa consiste em compreender o funcionamento do processo. Para isso, é necessário que um esquema de operação seja criado, a fim de que os operadores possam se basear em uma sequência de produção, de maneira que seja possível executar uma atividade de cronometragem.

2.4.2. Divisão da operação em elementos

Elemento é uma subdivisão de um ciclo de trabalho ou uma operação, com início e fim bem definidos, de forma a permitir que seja descrito e medido com precisão (SILVA; COMIBRA, 1980).

Com intuito de dividir a operação em elementos, Costa Junior (2008) indica a separação dos conjuntos de movimentos em subgrupos menores, realizando a cronoanálise, com tempos definidos por atividade. Esta é uma etapa importante, pois permite determinar o tempo padrão gasto para cada elemento, bem como identificar os movimentos desnecessários e demais falhas existentes no processo.

Esta divisão, proposta por Costa Junior (2008), está sendo ilustrada no Quadro 3.

Quadro 3 – Elementos de uma operação

Número	Elementos
1	Pegar o componente A e posicioná-lo na bancada de montagem.
2	Pegar dois parafusos e fixa-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 fixa-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: Adaptado de Costa Junior, 2008.

Esta divisão faz com que a operação seja enxergada de maneira detalhada, proporcionando uma análise mais completa da atividade como um todo.

2.4.3. Observação e registro do tempo gasto pelo operador

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

- Leitura contínua: o observador realiza a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém por 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, o cronômetro deve estar zerado, 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.

Barnes (1977) destaca a importância de que todas as informações sejam incluídas no cabeçalho da folha de observação de modo cuidadoso, isso garante o valor do estudo, a Figura 1 apresenta o cabeçalho da folha de cronoanálise usada neste estudo.

Figura 1 – Cabeçalho da Folha de Cronoanálise

FOLHA DE CRONOANÁLISE		
Setor:	Operador:	Analista:
Posto:	Operação:	Data:
Hora Início:	Hora Final:	Observações:

Fonte: Elaborado pelo autor e empresa, 2015.

No cabeçalho da folha de cronoanálise registram-se todas as informações da operação em questão, como hora do início e fim do registro, nome do analista e o setor que a análise está sendo realizada.

2.4.4. Números de ciclos a serem cronometrados

O número de ciclos a serem cronometrados depende do grau de precisão desejado no estudo. Se as operações cronometradas não possuírem nenhum caráter repetitivo, os valores de tempos unitários medidos representarão uma garantia. Caso a operação seja repetitiva, com grandes séries e de curta duração, uma maior precisão será requerida (SILVA; COIMBRA, 1980).

Segundo Barnes (1977), este conceito ao afirmar que o estudo de tempos é um processo de amostragem, conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos a serem cronometrados, mais representativos serão os resultados obtidos.

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 é identificado por meio da Equação 2.4.4:

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times D_2 \times \bar{X}} \right)^2 \quad (\text{Equação: 2.4.4})$$

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml, 2007.

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;

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 terá uma variação maior que 5% do valor verdadeiro para a duração dos elementos (PEINADO; GRAEML, 2007).

Costa Júnior (2008) apresenta outra forma que é denominada de método de tabela, pelo qual pode ser determinado o número de medições a ser realizada, baseada na duração do tempo do ciclo do trabalho, a Tabela 1 demonstra o método da tabela.

Tabela 1 – Número de medições por tempo de ciclo

Número de Medições	Tempo de Ciclo (minutos)
3	> 40
5	40
8	20
10	10
15	5
20	2
30	1
40	0,75
60	0,5
100	0,25
200	0,10

Fonte: Adaptado de Costa Júnior, 2008.

A interpretação da Tabela 1 é fácil e rápida, pois apresenta informações objetivas quanto à definição do número de ciclos a serem cronometrados.

2.4.5. Avaliação do ritmo do operador

Conforme Miranda (2009), o ritmo é o fator que mede a influência dos componentes “habilidade” e “esforço” na produtividade da operação. O esforço pode ser definido como a quantidade de trabalho que o operador pode oferecer. Este é influenciado por diversos fatores como: disposição física, entusiasmo, cansaço em diferentes momentos do dia e outros. O esforço varia no dia a dia, já a habilidade é o que o operador traz para o trabalho como potencial próprio, e que depende de fatores como: destreza manual, experiência, inteligência, poucas interrupções e hesitações durante o trabalho. A habilidade do operador não varia no dia a dia, esta pode sofrer algum tipo de variação quando o operador recebe uma nova atividade.

O mesmo autor demonstra no Quadro 4 os coeficientes percentuais para avaliar o ritmo do operador. A divisão em elementos e a experiência do profissional em cronoanálise servem de base para um julgamento adequado.

Quadro 4 – Percentuais para cálculo da eficiência do operador

CÁLCULO DE EFICIÊNCIA					
HABILIDADE %			ESFORÇO %		
120	A	Superior	120	A	Superior
115	B	Excelente	115	B	Excelente
110	C1	Boa	110	C1	Boa
105	C2		105	C2	
100	D	Normal	100	D	Normal
95	E1	Regular	95	E1	Regular
90	E2		90	E2	
85	F1	Frac	85	F1	Frac
80	F2		80	F2	

Fonte: Miranda, 2009.

Quando a classificação entre habilidade e esforço for diferente, recomenda-se utilizar a média dos valores. Por exemplo, um operador com habilidade “B” e esforço “C2” teria um fator de correção de: $(115 + 105)/2 = 110\%$. O Quadro 5 deve ser utilizado para ajudar a classificar a faixa a ser aplicada no Quadro 4 (MIRANDA, 2009).

Quadro 5 – Conceitos para classificação da habilidade e do esforço

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 excitações.	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 em um dia inteiro de trabalho.

Fonte: Miranda, 2009.

A habilidade e o esforço que o operador aplica nas suas atividades podem ser classificados através do acompanhamento desse operador durante o desenvolvimento de suas tarefas.

2.4.6. Determinação do tempo normalizado

Seguindo a ideia de Silva e Coimbra (1980), após ser realizado o registro das informações necessárias, a divisão da operação em elementos, a avaliação do ritmo do operador, o registro das leituras, a determinação do número de ciclos cronometrados e sua complementação, procede-se a determinação do Tempo Normal (TN) dos elementos, que é a Média (X) dos tempos cronometrados multiplicado pelo Fator de Ritmo (FR) em percentual. Desta forma apresenta-se a Equação 2.4.6. O resultado gerado pela equação é utilizado para verificar ou analisar a velocidade do operador ao realizar suas atividades, geralmente tomado em segundos (s).

$$TN = \bar{X} \times FR \quad (\text{Equação: 2.4.6})$$

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

2.4.7. Concessão das tolerâncias

Barnes (1977) afirma que o tempo normal da operação não possui tolerâncias, pois, este é o tempo que o operador precisa para realizá-la trabalhando em ritmo normal. Quando ocorrem as interrupções para descansos, necessidades pessoais ou outros motivos classificam-se as interrupções como: tolerância para fadiga, para pessoal ou 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.

A descrição das classificações destas tolerâncias é apresentada por Barnes (1977):

- Tolerância pessoal: o funcionário tem o direito há 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 particular, 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 empresas 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 gestores.

Segundo Silva e Coimbra (1980), são vários, os fatores que afetam a fadiga resultante das atividades que um trabalhador executa em sua jornada diária, são eles: monotonia, esforço mental, esforço físico e condições ambientais. O detalhamento desses fatores é apresentado na sequência:

• Monotonia: é o desgaste fisiológico devido ao uso constante do mesmo feixe muscular, com movimentos similares, em operações repetitivas. Para determinação das tolerâncias com relação à monotonia, utiliza-se a Tabela 2.

Tabela 2 – Concessão de tolerância para monotonia

MONOTONIA		
Duração do Ciclo		Tolerância Concedida (%)
De (em minutos)	Até (em minutos)	
0	0,05	7,8
0,06	0,25	5,4
0,26	0,5	3,6
0,51	1	2,1
1,01	2	1,0
2,01	3	0,5
3,01	4	0,2

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

• Esforço mental: é o desgaste fisiológico devido a uma atividade mental, na qual, a atividade que o funcionário executa requer atenção concentrada. A Tabela 3, apresentada a seguir, determina as tolerâncias com relação ao esforço mental.

Tabela 3 – Concessão de tolerâncias para esforço mental

ESFORÇO MENTAL			
Classificação	Representação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Leve	L	Serviço repetitivo e invariável, pequena responsabilidade de segurança e qualidade, trabalho que não requer decisões.	0,6
Médio	M	Responsabilidade de segurança e qualidade necessita tomar pequenas decisões e/ou o uso de instrumentos.	1,8
Pesado	P	Grande responsabilidade de segurança e qualidade, responsabilidade pelo trabalho de outros, grande necessidade de decisões.	3

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

• **Esforço físico:** consiste no desgaste fisiológico causado por uma atividade muscular, na qual uma série de músculos do corpo humano está em uso. Para a determinação desta tolerância utiliza-se a Tabela 4.

Tabela 4 – Concessão de tolerâncias para esforço físico

ESFORÇO FÍSICO			
Classificação	Representação	Descrição	Tolerância concedida (%)
Muito Leve	ML	Trabalho sentado, serviço manual, operar pesos reduzidos, movimentos de braços e de mãos.	1,8
Leve	L	Trabalho sentado, serviço manual, pequena movimentação do corpo, pequeno esforço com membros superiores ou inferiores.	3,6
Médio	M	Trabalho em pé, pequena movimentação, operar pesos médios.	5,4
Pesado	P	Trabalho em pé, pode haver movimentação em torno do local, carregar, puxar ou sustentar pesos.	7,2
Muito Pesado	MP	Operar de modo praticamente contínuo pesos grandes, movimentar-se por longas distâncias transportando pesos (até 20kg).	9

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

• **Condições ambientais:** estas condições conduzem ao desgaste fisiológico devido ao desconforto provocado sobre o trabalhador por agentes externos no local de trabalho, aumentando sua fadiga geral (temperatura, ruído, umidade, etc.). A Tabela 5 apresenta os valores que devem ser adicionados para tais condições.

Tabela 5 – Concessão de tolerância para condições ambientais

CONDIÇÕES AMBIENTAIS									
TÉRMICAS				ATMOSFÉRICAS			OUTRAS INFLUÊNCIAS DO MEIO		
Tipo	Temperatura (°C)		%	Tipo	Descrição	%	Tipo	Descrição	%
	De	à							
Gelada	0	7	3,6	Boas	Local bem ventilado ou ar fresco.	0	Ruído	Nível baixo.	0
Baixa	8	15	1,8					Excessivo, obrigando o uso de protetor	1,8
Normal	16	26	0	Razoáveis	Local mal ventilado; Presença de mau cheiro ou fumaça não tóxica.	2,4	Umidade	Ambiente seco e agradável.	0
Alta	27	34	1,8	Más	Alta concentração de pó; Presença de fumaça ou pó tóxicos; Uso obrigatório de máscara facial.	5,6		Excessiva	Até 26°
Excessiva	35	40	3,6				Vibração	Vibração do solo ou máquina.	1,8

Fonte: Adaptado de Silva e Coimbra, 1980.

Cada colaborador pode reagir de uma maneira distinta quando exposto a uma condição ambiental que afeta seu trabalho, por isso a interpretação da Tabela 5, requer uma atenção especial.

2.5. TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DE TEMPO PADRÃO

Segundo Contador, *et al.* (1997), cronometragem é a técnica, mais utilizada, de observação direta do trabalho. Tempo predeterminados pertencem à categoria de medida indireta do trabalho.

Segundo Slack; Chambers; Johnston (2002), as maiorias das técnicas de medida do trabalho envolvem a divisão do trabalho a ser estudada em elementos, conforme coluna 1 da Figura 2. Para cada um desses elementos, são determinados tempos padrões separados. O tempo padrão do trabalho todo é a soma de todos os tempos padrão de seus elementos constituintes.

Barnes (1977) afirma que, quando se estabelece um tempo padrão para uma tarefa, o operador deverá executar a operação exatamente como especificada no registro do método padrão ou na folha de instruções.

2.5.1. Cronometragem

Segundo SENAI, o objetivo da cronometragem é determinar o tempo padrão dos modelos fabricados, definir o fluxo operacional mais adequado ao trabalho e identificar gargalos produtivos. Outra aplicação para a cronometragem é utilizar o tempo padrão como um dos parâmetros que constituem o custo industrial, através da relação tempo padrão x custo do setor produtivo.

A divisão da operação em elementos é necessária para uma melhor descrição do método e para ajudar na análise dos elementos produtivos e na eliminação dos improdutivos. Deve-se preferir o método de leitura contínua do cronômetro, ou seja, não zerar o cronômetro a cada leitura de tempo, e calcular o tempo de cada elemento por diferença entre os cronometrados. Os métodos obtidos por leitura contínua são registrados na linha R, e os tempos de cada elemento calculados por diferença são registrados na linha T, estas linhas são identificadas na Figura 2 (CONTADOR, *et al.*, 1997).

Figura 2 – Exemplo de anotações dos tempos para um processo

Operação: _____		Data: _____									
Operador: _____		Exper.: _____									
Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	T
1. Pegar a peça e colocar no gabarito	T	0.12	0.12	0.14	0.12						0.12
	R	0.12	0.84	0.56	0.28						
2. Fixar a peça no gabarito	T	0.15	0.17	0.15	0.17						0.16
	R	0.27	0.01	0.71	0.45						
3. Soldar a peça	T	0.25	0.22	0.23	0.22						0.23
	R	0.52	0.23	0.94	0.67						
4. Retirar a peça do gabarito	T	0.20	0.19	0.22	0.20						0.21
	R	0.72	0.42	0.16	0.87						
TEMPO OBSERVADO											0.72

Fonte: Adaptado de Contador, *et al.*, 1997.

Na Figura 2, o tempo do elemento 2 (fixar a peça no gabarito) é obtido pela diferença: $0.27 - 0.12 = 0.15$ min. O tempo observado da operação é obtido pela soma dos tempos dos elementos: $0.12 + 0.16 + 0.23 + 0.21 = 0.72$ min (CONTADOR, *et al.*, 1997).

Para SENAI, o desenvolvimento de uma cronometragem tecnicamente correta irá permitir ao empresário definir sua real capacidade instalada e, assim, executar o planejamento adequado à produção, direcionando corretamente o seu recurso humano e sua disponibilidade de equipamentos e máquinas, a fim de atender a demanda comercial existente no mercado.

2.6. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM

Segundo Rother e Shook (2003), o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é toda ação que, agregando valor ou não, será necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada grupo: o fluxo de produção desde a matéria-prima até o consumidor, e o fluxo do projeto do produto, desde a concepção até o lançamento.

O VSM é uma ferramenta essencial, pois (ROTHER; SHOOK, 2003):

- Possibilita enxergar o fluxo como um todo e não apenas os processos individuais, por exemplo, montagem, solda, etc;

- Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor;

- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura;

- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que possibilite discuti-las.

De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão;

- Junta conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;

- Forma a base de um plano de implementação, os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implantação enxuta;

- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

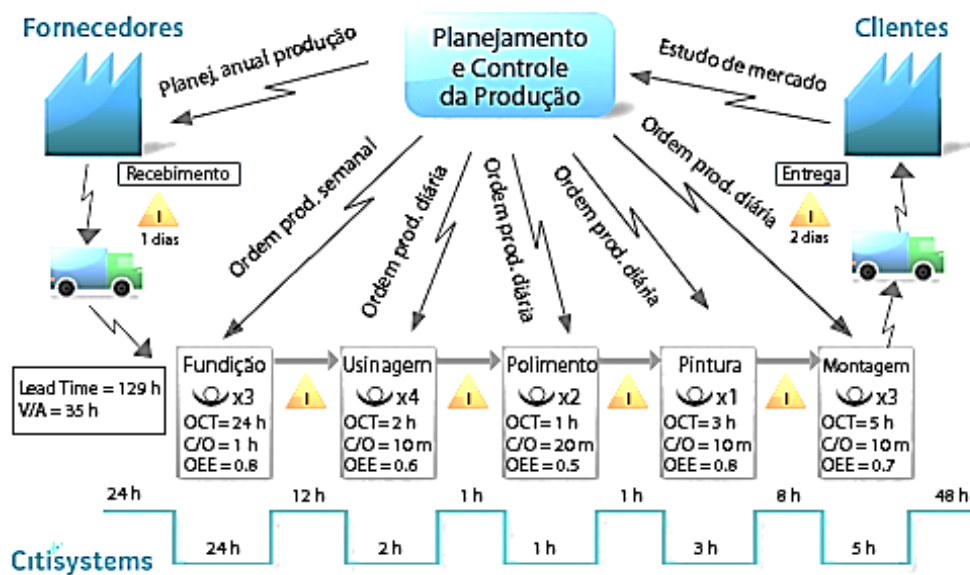
Conforme Silveira (2013), o VSM é uma ferramenta estratégica do negócio que possibilita enxergar de forma macro a produção, por esse motivo, ela é capaz de mostrar oportunidades de melhorias em cada uma de suas etapas. O VSM também é utilizado para identificar gargalos e atrasos nos processos produtivos. Assim é possível entender quais são as etapas que não agregam valor no produto final e então criar uma linguagem comum do estado presente (retrato do que a empresa é hoje) e estado futuro do processo (onde se pretende chegar).

No VSM, os processos são divididos de três maneiras:

- Aqueles que efetivamente geram valor;
- Aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção da qualidade;
- Processos que não geram valor e devem ser evitados ou eliminados.

A Figura 3 apresenta um modelo de Mapeamento do Fluxo de Valor – VSM.

Figura 3 – Modelo de VSM para uma indústria



Fonte: Silveira, 2013.

Com o desenvolvimento do mapa do fluxo de valor, torna-se possível o conhecimento do processo, pois identifica todas as operações deste, de maneira lógica e objetiva.

2.6.1. Takt time

O takt time é a frequência com que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. O takt time é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno. O takt time é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, no “processo puxado” em particular. O mapa do fluxo de valor faz o cálculo do takt time automaticamente, após

o lançamento dos dados, através da linha do tempo, obtida através do mapeamento do fluxo, é possível perceber quais atividades excedem o valor do takt time (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.7. ARRANJO FÍSICO

Slack; Chambers; Johnston (2002) define o arranjo físico de uma operação produtiva, como a preocupação com a localização física dos recursos de transformação. De forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

Definir o arranjo físico significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento de todas as máquinas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam o prédio (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Já Stevenson (2001), considera que o arranjo físico é a configuração de departamentos, de centros de trabalho e de instalações e equipamentos, com ênfase especial na movimentação otimizada, através do sistema, dos elementos aos quais se aplica o trabalho.

2.8. TRABALHO EM ALTURA

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2012), considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. O empregador deve promover programa de capacitação dos trabalhadores à realização de trabalho em altura, considera-se trabalhador capacitado para o trabalho aquele que foi submetido e aprovado em treinamentos, teórico e prático, com carga horária mínima de oito horas e, ainda, ter sido declarado como apto no Atestado de Saúde Ocupacional (ASO). O operador deve estar treinado na Norma Regulamentadora (NR) 35.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), acessórios e sistema de ancoragem devem ser especificados e selecionados considerando-se a sua eficiência, o conforto, a carga aplicada aos mesmos e o respectivo fator de segurança, em caso de eventual queda. O cinto de segurança deve ser do tipo

paraquedista e dotado de dispositivo para conexão em sistema de ancoragem. O trabalhador deve permanecer conectado ao sistema de ancoragem durante todo o período de exposição ao risco de queda. O sistema de ancoragem pode ser instalado como linha de vida e/ou trava queda (MTE, 2012).

2.9. LOGÍSTICA INTERNA

Segundo Fleury, Wanke e Figueiredo (2010), a logística não é apenas mais uma ferramenta gerencial moderna, exerce importante atividade econômica, contribuindo significativamente para a estrutura de custos das empresas, assim como para o Produto Interno Bruto das nações.

A logística é um verdadeiro paradoxo. São, ao mesmo tempo, umas das atividades econômicas mais antigas e um dos conceitos gerenciais mais modernos. Com produção especializada e troca dos excedentes com outros produtores, surgiram três das mais importantes funções logísticas, ou seja, estoque, armazenagem e transporte. Para garantir sua integridade, o estoque necessita de armazenagem. E para que a troca possa ser efetivada, é necessário transportá-lo do local de produção ao local de consumo (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2010, p. 27).

A logística tem um papel fundamental, pois é responsável pelos recursos, equipamentos e informações para isso, é de suma importância o correto planejamento do transporte, boa estratégia de armazenagem, processamento de pedidos e correto gerenciamento das informações. Logística planejada reflete em ganhos com entregas rápidas, reduções de estoques de matérias primas e custos operacionais, aumentando a produtividade e ganho no giro de mercadorias (DALLAROSA, 2014).

3. METODOLOGIA

Segundo Prado (2004), a metodologia é definida como um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas que são utilizados para alcançar um objetivo, delineando o que e como deve ser feito em cada etapa do estudo.

3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é o da pesquisa-ação que se caracteriza pelo total envolvimento do pesquisador, buscando aplicar e validar os métodos e técnicas necessários para o uso da pesquisa-ação, a partir dos interesses de pesquisa.

Na metodologia de pesquisa-ação foram relacionadas às etapas principais durante a execução do referido trabalho, com algumas informações pertinentes, abordando as principais características da metodologia aplicada.

Segundo Tauchen *apud* Thiollent (2007), um dos principais objetivos da pesquisa-ação é proporcionar aos pesquisadores e grupos de participantes os meios de se tornarem capazes de solucionar os problemas de situação em que vivem, com maior eficiência em particular sob a forma de diretrizes de ação transformadora.

Para realizar a aplicação da cronoanálise, conforme proposto neste estudo, os métodos e técnicas citados foram definidos para que os objetivos deste trabalho fossem atingidos.

3.2. PROCESSO DE PESQUISA-AÇÃO

Segundo Thiollent (2005), o processo de pesquisa-ação não existe de forma padronizada, uma vez que os procedimentos e a ordenação das etapas podem variar, dependendo da situação social ou quadro organizacional em que se aplica. Além disso, há diversidades nos graus de implicação dos atores, que são qualquer grupo de pessoas que dispõe de certa capacidade de ação coletiva, consciente em um contexto social delimitado. Os atores não são pessoas consideradas individualmente são grupos relativamente homogêneos que dispõe de capacidade de expressão e de ação (nos planos formal e informal) dentro de uma organização.

3.2.1. Etapas do processo de pesquisa-ação

De acordo com Thiollent (1997), embora o projeto de pesquisa-ação não tenha forma totalmente pré-definida, considera-se existir, no mínimo, quatro grandes fases:

- Exploratória: nesta fase, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos, sites da internet, projetos, teses e monografias, para elaboração da revisão de literatura, a qual permitiu aprimorar o conhecimento em relação ao uso da cronoanálise em processos produtivos. Também foram feitas visitas à empresa para conhecer seu processo, bem como identificar as oportunidades de melhorias a serem trabalhadas, ainda foram realizadas entrevistas com os funcionários e gestores da área, com o intuito de definir o problema e os objetivos da pesquisa;

- Pesquisa aprofundada: nesta fase, foram realizadas visitas à empresa para se detalhar as atividades executadas durante o processo, a fim de elaborar um roteiro para o estudo;

- Ação: após o levantamento das atividades executadas, o passo seguinte foi à tomada de tempo através da filmagem de cada atividade sendo executada pelo colaborador;

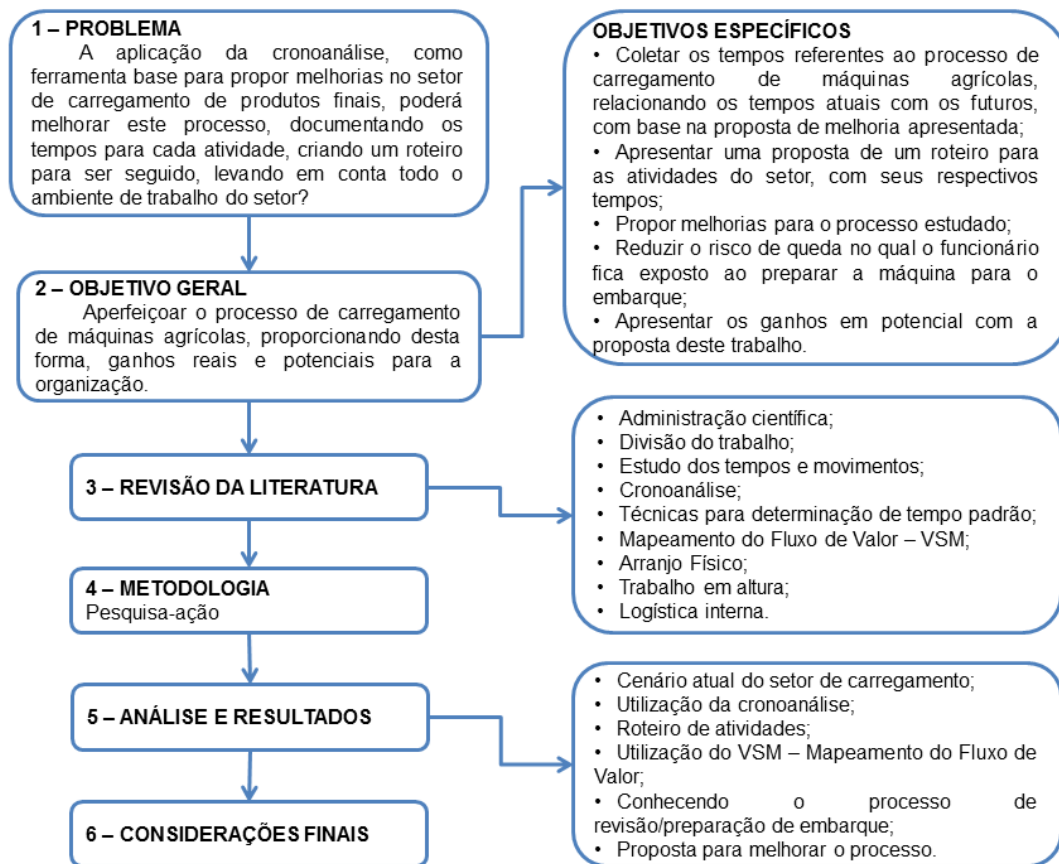
- Avaliação: após todas as atividades estarem documentadas com seus respectivos tempos, foi realizada uma reunião com os gestores da área e o setor de engenharia da empresa, a fim de apresentar uma proposta de melhoria para o processo de carregamento de máquinas agrícolas para aprovação dos gestores.

De acordo com a metodologia apresentada, foi possível desenvolver o estudo de forma atender o objetivo geral e, assim, permitindo propor a solução para a problemática definida pela empresa.

3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA

A Figura 4 apresenta o delineamento do trabalho, as etapas para execução deste estudo estão descritas neste delineamento.

Figura 4 – Delineamento da pesquisa



Fonte: O autor, 2015.

Desta forma, ficam definidas as etapas para a execução do estudo, desde seu início até as considerações finais.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A organização onde este projeto foi proposto está presente em mais de trinta países, com sessenta e quatro fábricas. Ao longo dos anos, tornou-se líder mundial na fabricação de máquinas agrícolas, além de consolidar-se no mercado de equipamentos para construção e jardinagem. No Brasil, são seis unidades, distribuídas entre fábricas, escritório regional, centro de distribuição de peças e unidades de negócio.

A missão da empresa é de fornecer sistemas de mecanização para a agricultura, com tecnologia adequada e qualidade superior, visando a satisfação de clientes, a realização de funcionários e o retorno financeiro aos acionistas. A reputação da empresa baseia-se nos quatro principais valores incorporados pelo seu fundador: integridade, qualidade, inovação e comprometimento. Por motivo de confidencialidade não será divulgado a razão social da empresa estudada.

O estudo foi desenvolvido no setor de expedição de produtos acabados, também chamado de carregamento, a linha de montagem da empresa também será beneficiada pela proposta deste estudo, porém com baixa intensidade, não gerando maiores impactos para o andamento da mesma.

4.1. CENÁRIO ATUAL DO SETOR DE CARREGAMENTO

O projeto em estudo foi proposto para uma fabricante multinacional de máquinas agrícolas, pois o setor de carregamento desta empresa necessita de um processo regulamentado e padronizado, onde há um alto valor investido nestas máquinas. Por se tratar de um processo com grande criticidade, um produto não pode ser embarcado em um caminhão que seguirá para um destino que não seja o correto para aquele produto.

O cenário atual deste setor encontra-se em desacordo, pois não possui um roteiro correto a ser seguido, os tempos para realização das atividades não estão atualizados, possui um alto tempo com Atividades que Não Agregam Valor ao Produto/Processo - *Non Value Added* (NVA), os colaboradores realizam atividades desnecessárias e, ainda, funcionários e veículos terceiros repetem deslocamentos excessivos.

A fim de documentar as atividades realizadas no setor de carregamento da empresa estudada e, com isso, relacionar os tempos necessários para realização destas atividades, definiu-se a realização deste estudo, em conjunto com engenheiro responsável pela área.

4.2. UTILIZAÇÃO DA CRONOANÁLISE

Para aplicação da cronoanálise no processo, sugerem-se os passos definidos por Barnes (1977): obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo; definir o número de ciclos a serem cronometrados; avaliar o ritmo do operador; determinar as tolerâncias; calcular o tempo padrão para a operação.

4.2.1. Registro das informações do processo

Conforme já citado anteriormente, o registro das informações do processo é o primeiro passo para a aplicação da cronoanálise a fim de se obter os tempos necessários para a execução das atividades. Os tempos foram coletados com o uso de um cronômetro digital, apresentado na Figura 5, e uma filmadora.

Figura 5 – Cronômetro digital



Fonte: A empresa, 2015.

Conforme explicado na revisão da literatura, existem dois tipos de leitura distintas que podem ser utilizadas durante a coleta dos dados referentes às

atividades que estão sendo executadas: leitura contínua e leitura repetitiva. Para atividades que necessitavam de longos deslocamentos, o tempo foi coletado com uso do cronômetro, fazendo com que a leitura, neste caso, fosse repetitiva. Já para tarefas que necessitam de menos tempo, foi utilizada a filmadora, com isso, a leitura foi contínua, pois os tempos só foram descritos na folha de cronoanálise após o final de todas as atividades.

4.2.2. Número de ciclos a serem cronometrados

Para se obter um tempo padrão mais preciso, é necessário fazer várias tomadas de tempo, também chamadas de ciclos. A empresa, onde este estudo foi aplicado, tem um número de dez ciclos padrão que devem ser aplicados para a coleta de tempos.

A operação foi dividida em elementos, para facilitar a interpretação das atividades que o operador executa. Esta operação possui atividades que necessitam de pouco tempo para serem realizadas, então, dentro de cada elemento, existem várias “pequenas atividades” que são desenvolvidas pelo operador, portanto, cada elemento foi cronometrado dez vezes.

4.2.3. Ritmo do operador

Cada operador tem seu ritmo de trabalho, a habilidade e o esforço aplicado na atividade interferem no ritmo diário do trabalhador.

A empresa estudada possui um padrão para o ritmo em que o funcionário executa suas funções, segundo a empresa, o funcionário pode variar seu ritmo entre 70% e 140%. Quando o analista está realizando a coleta dos tempos, ele avalia o ritmo com que esse funcionário está realizando a tarefa, quando as atividades são coletadas com o uso da filmadora, essa avaliação é feita quando o analista assiste ao vídeo. Geralmente, a empresa registra o ritmo do operador em 100%, pois ao longo do dia, o ritmo sofre variações para ambos os lados. Quando o funcionário está trabalhando com uma máquina que tem sua aceleração restringida, ou seja, tem uma velocidade máxima definida, o ritmo para aquela atividade é considerado 115%.

4.2.4. Determinar tolerâncias

Como citado na revisão da literatura, o funcionário está exposto a diversos fatores que interferem no seu rendimento diário. Durante a jornada de trabalho o funcionário precisar ir ao banheiro, beber água, entre outros, que faz com que o operador não consiga manter um ritmo constante de trabalho.

Por isso é necessário acrescentar um percentual de tolerância no tempo destinado a cada atividade. Na empresa, onde este estudo foi realizado, as tolerâncias são chamadas de *job delay* (atrasos no trabalho) e o percentual para este “atraso” é de 6%.

4.2.5. Determinação do tempo padrão para a operação

Após todos os tempos terem sido registrados, o ritmo e as tolerâncias definidas, o último passo para a aplicação da cronoanálise é a determinação do tempo padrão para a execução das atividades. De acordo com a revisão da literatura, existe uma fórmula para o cálculo do tempo padrão, conforme equação 2.4.6.

Geralmente o tempo padrão é obtido em segundos, porém os analistas costumam mostrar os valores em minutos e horas também, para facilitar o entendimento de todos. O valor obtido no tempo padrão será o tempo que vai constar no roteiro para a realização de cada operação, desta forma, se o funcionário realiza sua atividade em um tempo menor do que o tempo padrão, ele terá um ganho de produtividade.

A Figura 6, conforme Apêndice A, mostra a Folha de Cronoanálise que foi utilizada para registrar os dados obtidos durante a coleta de dados, além dos tempos, nesta folha, são registrados o ritmo do operador, o tempo normalizado e as tolerâncias para a operação, também são identificadas as Atividades que não Agregam Valor ao Processo/Produto – *Non Value Added* (NVA) e as Atividades que Agregam Valor ao Produto/Processo – *Value Added* (VA) e é realizado o cálculo do tempo padrão.

4.3. ROTEIRO DE ATIVIDADES

De acordo com o problema de pesquisa, o setor de carregamento da empresa não possui um roteiro para que os colaboradores possam seguir para executar suas atividades. Então, com o uso da cronoanálise, foi possível conhecer as tarefas executadas no setor como um todo e, a partir disso, elaborar o melhor roteiro a ser seguido pelos colaboradores na execução das atividades relacionadas ao processo em estudo. Além disso, o setor estudado possui problemas quanto a distribuição das atividades, deslocamentos excessivos e atividades desnecessárias.

O processo de carregamento de máquinas agrícolas da empresa consiste da preparação/revisão de embarque e do próprio carregamento da máquina, estas, são consideradas atividades macro no processo, pois, cada uma destas atividades macro, possuem várias subatividades.

O Quadro 6, Apêndice B, apresenta o roteiro a ser seguido pelos funcionários que executam as atividades de revisão/preparação de embarque, além da descrição das atividades, os tempos destinados para o desenvolvimento destas atividades também são descritos neste quadro.

Na sequência, é apresentado o Quadro 7, Apêndice C, que traz o roteiro de atividades com seus respectivos tempos que deve ser seguido pelos funcionários que realizam o carregamento das máquinas agrícolas produzidas pela empresa estudada.

Os Quadros 6 e 7 padronizam as atividades do carregamento da empresa, desta forma, todos os funcionários que executam as tarefas do setor seguem o mesmo roteiro, garantindo a qualidade durante o processo. Esta padronização tem grande valia para o entendimento do processo como um todo e auxilia na identificação de gargalos e pontos de melhorias.

4.4. UTILIZAÇÃO DO VSM – MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

A aplicação do VSM é muito importante para identificar onde se encontram os gargalos do processo, além de mostrar de uma maneira lógica o caminho deste processo. Também, com a aplicação do VSM, é possível identificar quantas pessoas trabalham naquela operação, quais atividades agregam valor ao produto/processo e quais não agregam e qual é o *takt time* do processo estudado.

Conforme já citado anteriormente, o processo de carregar as máquinas agrícolas consiste de duas atividades macro, revisão/preparação das máquinas e o carregamento propriamente dito. Através da coleta dos tempos necessários para cada atividade de toda a operação do setor, tornou-se possível a elaboração do VSM para este processo, a Figura 7, conforme Anexo A, apresenta o VSM do processo em questão.

Com a conclusão do VSM, obteve-se o *takt time* para este processo: 38,52 minutos. Com isso percebeu-se um gargalo em uma das atividades macro deste processo, que é 58,27 minutos, esta operação é de revisão/preparação da máquina para o embarque e esta é considerada um gargalo, pois seu tempo padrão é superior ao *takt time*.

4.5. CONHECENDO O PROCESSO DE REVISÃO/PREPARAÇÃO DE EMBARQUE

Toda máquina produzida pela empresa passa por uma última revisão antes de ser embarcada para o cliente. Além desta revisão, o operador executa uma pequena preparação, onde, ele coloca a proteção do radiador e a sinaleira da máquina no modo de transporte, para não exceder à largura máxima do caminhão. Para realizar a revisão/preparação da máquina a ser embarcada, o operador precisa realizar uma série de atividades, listadas a seguir:

1. Verificar sequência de embarque;
2. Buscar máquina no pátio;
3. Realizar os procedimentos iniciais antes do deslocamento da máquina;
4. Deslocar a máquina até o setor para realizar a revisão/operação;
5. Colocar peças no modo de transporte;
6. Realizar a revisão de qualidade na máquina;
7. Concluir a revisão e levar a máquina para o pátio secundário;
8. Estacionar máquina e voltar para o setor de carregamento.

Quando o operador busca uma máquina no pátio da empresa para fazer a revisão/preparação de embarque desta, ele acaba passando três vezes pelo mesmo caminho, pois ele precisa deslocar a máquina até a área do carregamento da empresa para fazer a preparação. Devido à necessidade do uso de ferramentas pneumáticas na execução desta atividade e após sua conclusão, ele desloca a

máquina até um pátio secundário, mais próximo do setor, onde aguarda-se o carregamento. Isso faz com que este operador realize um deslocamento excessivo e ainda demore um tempo demasiado para completar a tarefa. Além de oferecer um risco de queda do operador, pois este precisa subir na máquina para realizar uma parte da tarefa de preparação do embarque.

O local destinado para a realização da revisão/preparação de embarque fica na mesma área onde é realizado o carregamento das máquinas no veículo transportador das mesmas, a Figura 8 apresentada no Anexo B, ilustra o *layout* de todo este setor, a área destacada é o espaço destinado para realização da revisão/preparação do embarque, portanto, este espaço não pode ser utilizado na execução de outras atividades.

Como é possível perceber na Figura 8 apresentada no Anexo B, há um espaço destinado exclusivamente para realizar a revisão/preparação de embarque na máquina. Se o operador não precisasse colocar a proteção do radiador e a sinaleira da máquina no modo de transporte, não seria necessário deslocar esta máquina para esta área, pois a revisão pode ser realizada no próprio pátio.

4.6. PROPOSTA PARA MELHORAR O PROCESSO

Conforme visto anteriormente, a operação de revisão/preparação de embarque é o gargalo no processo de carregamento de máquinas agrícolas, com isso chegou-se a uma proposta para melhorar este processo.

A proposta consiste na redistribuição de algumas atividades, ou seja, transferir a atividade de colocar a máquina no modo de transporte, que é realizada no setor estudado, para a linha de montagem, com isso, a máquina já iria para o pátio pronta para ser carregada, necessitando apenas da revisão de embarque, já descrita anteriormente. Esta operação de preparação, é considerada desnecessária para o setor de estudo e, ainda, oferece risco de acidente ao operador que a executa, pois este precisa subir na máquina para colocar um componente no modo de transporte.

Ao adequar a máquina para o embarque, o funcionário do carregamento precisa colocar a proteção do radiador e a sinaleira da máquina no modo de transporte, sendo que estas já são realizadas na linha de montagem, tornando possível a proposta e assim eliminando o gargalo no processo.

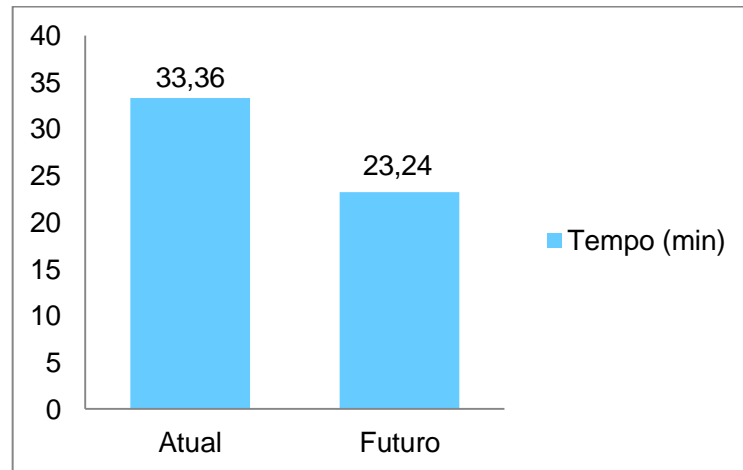
Para realizar a montagem destes itens, que antes do embarque precisam ser recolocados em outra posição, os funcionários da linha de montagem possuem o ferramental e as condições apropriadas para execução desta atividade, já, os funcionários do carregamento, quando forem realocar as peças, não têm essas vantagens, tornando a atividade insegura e demorada, além do deslocamento necessário para levar a máquina de um local para outro, apenas para realizar esta preparação. Portanto, o impacto nas atividades da linha de montagem é considerado nulo, pois os funcionários precisam apenas mudar a sua sequência de montagem, o tempo adicional necessário para esta alteração será inserido no processo da linha de montagem.

Já no processo de revisão/preparação de embarque, essa proposta irá eliminar o risco de queda que o operador fica exposto, pois não será mais necessária a sua subida na máquina. Esta subida na máquina é necessária, apenas, para colocar a proteção do radiador no modo de transporte, eliminando esta atividade, o risco é eliminado automaticamente. Portanto o operador necessitará apenas realizar a revisão de embarque na máquina e esta pode ser realizada no pátio, onde a máquina fica aguardando seu carregamento. Então o operador irá apenas, deslocar a máquina do pátio primário até o secundário e fazer a revisão quando chegar neste.

A Figura 9 apresenta a comparação entre o tempo que o operador leva para sair de seu local de trabalho, pegar a máquina no pátio primário, deslocar até o pátio secundário, fazer a revisão de embarque e retornar até seu local de trabalho.

A Figura 10 faz uma comparação entre a distância percorrida pelo operador que executa as atividades de revisão/preparação de embarque, atualmente e após a proposta.

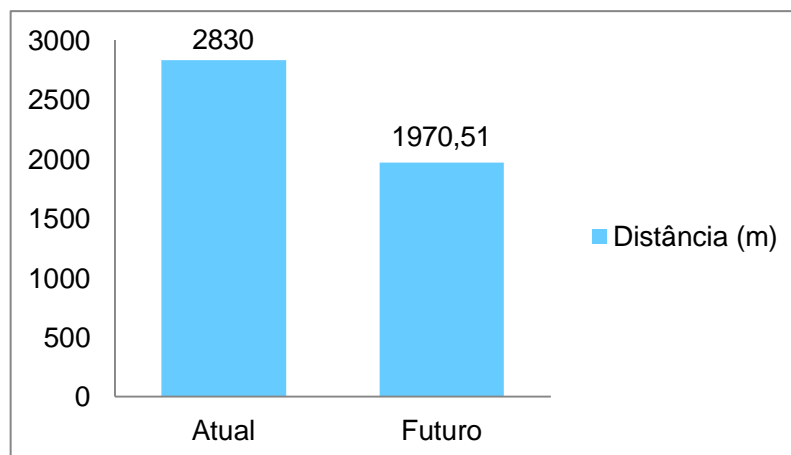
Figura 9 – Gráfico indicador da relação entre o tempo atual e tempo futuro



Fonte: O autor, 2015.

Essa diferença representa uma diminuição de 30,34% no tempo usado atualmente para uma máquina. Essa operação é realizada 10 vezes por dia em média, então, ao final de cada mês a redução no tempo será equivalente há 34 horas.

Figura 10 – Gráfico indicador da relação entre a distância percorrida pelo operador para uma máquina



Fonte: O autor, 2015.

Essa redução representa 30,37% na distância percorrida pelo operador em cada máquina, sendo que esta redução será igual a 171.898 metros, ao mês.

A Figura 11 mostra no Anexo C, com o VSM de todo o processo de carregamento de máquinas agrícolas, os tempos para o processo com a melhoria proposta pelo trabalho em questão.

O Quadro 8, apresentado no Apêndice D, faz uma comparação entre os tempos necessários para realização das atividades de revisão/preparação de embarque nos dias atuais e com os tempos necessários após a implantação da proposta de melhoria, sugerida neste estudo. O quadro também apresenta a diferença de tempo para cada tarefa, onde as mais significativas estão destacadas.

De modo geral, a proposta traria uma redução de 36% no tempo necessário para que o operador possa executar a operação de preparação/revisão de embarque de uma máquina agrícola. Esse tempo que “sobra” na atividade, o operador pode auxiliar nas demais atividades do setor, agregando, assim, maiores ganhos para todo o processo.

Além da eliminação do risco de queda do funcionário, redução no deslocamento e redução do tempo gasto pelo operador em deslocamentos repetitivos e desnecessários, a proposta desse trabalho trará outros ganhos em potencial para o processo de carregamento de máquinas agrícolas na empresa estudada. Um deles refere-se ao processo de preparar uma máquina que será embarcada para exportação, o processo de carregamento de uma máquina agrícola para este destino é diferente dos demais, devido um acordo realizado entre a empresa e o país de destino, esta operação precisa de 120 minutos para ser executada.

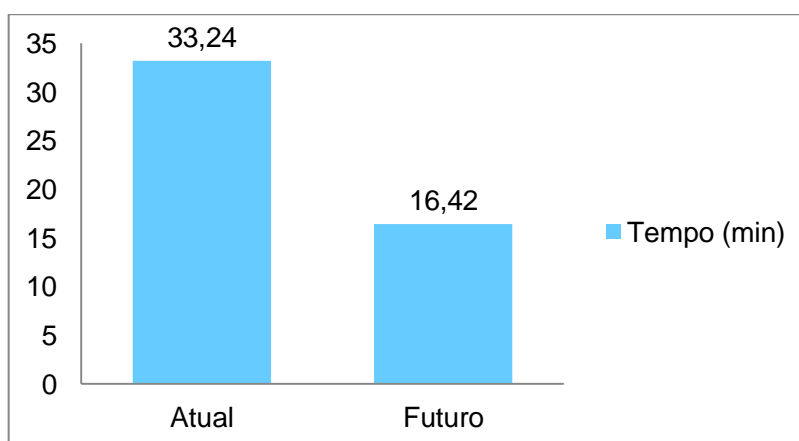
O ganho obtido com a proposta deste trabalho está ligado com a diminuição no tempo de deslocamento do veículo terceiro, que faz o transporte desta máquina para o destino, dentro da empresa e também na redução do tempo em que os funcionários ficam aguardando o carregamento de uma máquina para poder começar a preparação da próxima. Quando a carga é destinada à exportação, um único caminhão leva duas máquinas no mesmo frete, sendo assim, o caminhão dá entrada na empresa e se desloca para o setor de carregamento para carregar a primeira máquina, após estar carregada, o caminhão precisa se deslocar para o pátio e lá manobrar para estacionar. Assim que a segunda máquina estiver pronta para ser embarcada, o mesmo caminhão retorna ao setor de carregamento para concluir sua carga. Isso acontece devido à falta de espaço no setor para realizar a preparação das duas máquinas ao mesmo tempo. Consequentemente, há o excesso

de movimentação deste caminhão e, ainda, o tempo perdido pelos funcionários da empresa que precisam esperar a primeira máquina ser carregada para iniciar a preparação para o embarque da segunda.

A Figura 12, conforme Anexo D, demonstra como ficará o *layout* do setor de carregamento da empresa após a implementação da proposta deste trabalho, a área destacada identifica o local onde às duas máquinas seriam preparadas ao mesmo tempo, este espaço foi liberado devido a transferências das atividades para a linha de montagem, com isso o espaço resultante é suficiente para preparar duas máquinas consecutivamente, gerando um ganho em potencial. Desta forma, o funcionário que realizava a atividade antiga irá realizar a preparação da segunda máquina a ser encaminhada para exportação.

Na Figura 13 é possível perceber o ganho na redução do tempo de movimentação deste caminhão dentro da empresa. Essa redução é importante, pois, com o caminhão se deslocando demasiadamente dentro da empresa, ele oferece um risco para as pessoas que circulam na área, tendo em vista que ele precisa manobrar várias vezes.

Figura 13 – Gráfico indicador da redução no tempo de deslocamento de veículo terceiro nas dependências da empresa



Fonte: O autor, 2015.

Com a proposta deste trabalho, é possível reduzir o deslocamento interno deste caminhão em até 50,6%. Com essa redução de deslocamento, consequentemente, reduz o risco de acidente que possa vir a ocorrer devido as manobras do caminhão nas dependências da empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma empresa que possui seus processos alinhados e padronizados tende a ser mais competitiva no mercado e ainda consegue oferecer um produto de mais qualidade aos seus clientes. Além do mais, as empresas estão sempre buscando a excelência operacional, e a padronização das atividades que podem impulsionar o alcance deste objetivo.

A empresa estudada se orgulha de estar presente nos 5 continentes e também de ter um dos mais modernos sistemas de produção usado no mundo. Por isso da importância deste estudo, que apresentou uma proposta para deixar o setor do carregamento de máquinas agrícolas, alinhado com os demais setores da companhia, desta forma, fazendo parte de um completo sistema de produção, possuindo um roteiro para ser seguido por todos os funcionários que ali trabalham, garantindo que a atividade será realizada em segurança, com baixo índice de retrabalhos e não conformidades, respeitando os padrões estabelecidos pelas normas da empresa.

O objetivo principal deste trabalho foi o de usar a cronoanálise com o intuito de procedimentar o processo de carregamento de máquinas agrícolas, pois o roteiro do mesmo estava desatualizado, fazendo com que cada operador executasse a atividade de uma maneira diferente. Este objetivo foi alcançado e, ainda, oportunizou a identificação de ganhos em potencial para o processo como um todo, onde, apenas com a redistribuição de atividades, seria possível eliminar o risco de queda do operador, que não irá mais subir na máquina para realizar uma atividade de risco. E ainda, com a eliminação de atividades desnecessárias para o setor e de deslocamentos excessivos, o operador teria tempo para realizar outras atividades importantes para o processo, diminuindo a necessidade de adição de novos recursos de pessoal para o setor.

Outro grande ganho com a proposta está relacionado com a redução nos deslocamentos de veículos terceiros nas dependências da empresa, que ajuda na prevenção de acidentes e reduz o tempo de espera dos colaboradores da empresa enquanto o caminhão realiza as manobras de posicionamento para embarque. Além destas reduções de tempos e deslocamentos, a proposta visa o aumento da produtividade do setor.

De maneira geral, os objetivos foram alcançados, tornando viável a proposta apresentada. Além disso, este trabalho final de curso foi de grande valia, tanto para a vida profissional quanto para vida pessoal, pois foi possível perceber a importância de uma coleta de tempos realizada de forma correta, das tolerâncias que devem ser adicionadas aos tempos obtidos e como uma simples readequação pode resultar em vários ganhos para o processo como um todo.

Vale ressaltar ainda, que é importante ficar atento às mudanças no processo, novas tecnologias, novos produtos e as peculiaridades individuais dos funcionários que executam as atividades. Pois cada colaborador possui um ritmo de trabalho e uma maneira diferente de ver o processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CARVALHO, M. A. P. **O sucesso de uma empresa**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/gerenciamento/o-sucesso-de-uma-empresa-50409/>> Acesso em 01 de maio de 2015.

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

_____. **Teoria geral da administração**. V. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

CONTADOR, J. C. *et al.* **Gestão de operações – A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

COSTA JÚNIOR, E. D. **Gestão em Processos Produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008.

DALLAROSA P. M. **Logística e transporte: proposição de uma ferramenta para análise de eficiência em rotas de coleta no setor de transportes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, 2014.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F. **LOGÍSTICA EMPRESARIAL: À Perspectiva Brasileira**. 1. ed. – 13. Reimpressão. – São Paulo: Atlas, 2010.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

LANDGRAF, R. **Competitividade do mercado**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/competitividade-do-mercado/60959/>>. Acesso em 05 de maio de 2015.

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.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – (MTE). Secretaria de Inspeção do Trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora n.35 - trabalhos em altura**: NR-35 comentada. Brasília: SIT/DSST, 2012.

MIRANDA, Douglas. **Cronoanálise e o Lean Manufacturing**. Artigonal diretório de artigos gratuitos. 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/ciencias-artigos/cronoanalise-e-o-lean-manufacturing-897751.html>>. Acesso em 25 de agosto de 2015.

MUNIZ, J. **Estudo de tempos e métodos**. 2011. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~fabricio/materia1>>. Acessado em 05 de agosto de 2015.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRADO, D. **Planejamento e controle de projetos**. Nova Lima: INDG, 2004.

ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean, 2003.

SENAI. **Cronometragem**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.sp.senai.br/portal/vestuario/conteudo/cronometragem.pdf>>. Acesso em 05 de agosto de 2015.

SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.

SILVEIRA C. B. **Mapeamento do Fluxo de Valor**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/>>. Acesso em 28 de agosto de 2015.

SLACK. N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Trad. Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. Atlas. São Paulo, 2002.

STEVENSON, Willian J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (*methods time measurement*) em uma Empresa de Metal-mecânica**. 2003. Dissertação (Mestrado. Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

TAUCHEN, J. A. **Um Modelo de Gestão Ambiental para Implantação em Instituições de Ensino Superior**. 2007. Dissertação (Mestrado. Engenharia) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

_____. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14º ed. São Paulo: Cortez, 2005.

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

APÊNDICE A

Figura 6 - Folha de cronoanálise

FOLHA DE CRONOANÁLISE															Doc. 01		
															Revisão: 02		
Setor:	Operador:					Analista:											
Posto:	Operação:					Data:											
Hora Início:	Hora Final:					Observações:											
Ciclos (segundos)															Cálculos		
DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Somatório	VA	NVA	RITMO (%)	Tempo Normalizado	Tolerâncias (%)	Tempo Padrão (TP)
	1														100%		6,00%
2														100%		6,00%	
3														100%		6,00%	
4														100%		6,00%	
5														100%		6,00%	
6														100%		6,00%	
7														100%		6,00%	
8														100%		6,00%	
9														100%		6,00%	
10														100%		6,00%	
TOTAL																	
											Total (%)						Tempo (min)
											Total (min)						Tempo (h)

Fonte: A empresa e o autor, 2015.

APÊNDICE B

Quadro 6 – Roteiro para as operações de revisão/preparação de embarque de máquinas agrícolas

Sequência de Eventos - Revisão de Embarque				TEMPO (s)
VERIFICAR SEQUÊNCIA DE EMBARQUE, VERIFICAR O CHASSI DA MÁQUINA A SER EMBARCADA				60
	Localizar ordem de produção no gaveteiro			60
BUSCAR MÁQUINA NO PÁTIO				750
	Deslocamento do operador até o pátio			750
PROCEDIMENTOS INICIAIS				415
	Verificar endereço descrito na ordem de produção			250
	Conferir número do chassi			
	Ligar chave geral			
	Verificar possíveis avarias			
	Realizar os ajustes necessários para o deslocamento			85
	Fazer os acionamentos necessários			80
	Colocar a máquina na posição para iniciar o deslocamento			
DESLOCAMENTO DA MÁQUINA				540
	Deslocar a máquina até a área de revisão utilizando velocidade máxima de 10 km/h			540
ESTACIONAR A COLHEITADEIRA NA ÁREA DE REVISÃO				100
	Acionar o freio estacionário			100
	Desligar todos os sistemas			
	Sair da máquina			
COLOCAR PEÇAS NO MODO DE TRANSPORTE				485
	Soltar os parafusos			55
	Colocar os parafusos de volta no lugar			
	Colocar componente na posição de transporte			
	Apertar parafuso com parafusadeira			195
	Buscar e colocar cinto para subir em altura			
	Abrir lateral traseira direita			235
	Subir na parte traseira da máquina			
	Soltar parafusos do suporte de fixação			
	Colocar o suporte na posição de transporte			
	Apertar os parafusos			
	Abrir corrimão sobre o motor			
	Engatar o cinto no corrimão			
	Subir sobre o motor			
	Puxar pino de travamento			78
	Puxar a peça até travar na posição de transporte			
REVISAR PARTE SUPERIOR DA MÁQUINA				78
	Inspeção visual (pintura/vazentos/faltantes/decalcos)			52
	Checar conexões			
	Verificar nível de água e óleo hidráulico			
	Descer da escada			26
	Colocar escada na posição de transporte			
	Fechar a lateral traseira direita			
	Guardar parafusadeira.			

SEGUE NA PRÓXIMA PAGINA

REVISAR PARTE INFERIOR DA MÁQUINA				100
	Checar travamento das blindagens			100
	Inspeção visual (pintura/vazentos/faltantes/decalcos)			
	Checar conexões			
COLAR SELO DE OK E PREPARAR PARA LEVAR MÁQUINA PARA O PÁTIO				165
	Pegar selo de REVISÃO DE EMBARQUE "OK"			45
	Colar selo na parte superior esquerda do parabrisa			120
	Soltar o freio estacionário			
	Colocar na marcha adequada.			
	Manobrar a máquina, até deixá-la no sentido correto para iniciar o deslocamento até o pátio.			
	Colocar o motor na segunda aceleração.			
DESLOCAMENTO DA MÁQUINA				250
	Deslocar até o pátio utilizando velocidade máxima de 10 km/h			250
	Estacionar a máquina em local definido			
DESCER DA MÁQUINA E RETORNAR ATÉ A ÁREA DE REVISÃO DE EMBARQUE				490
	Desligar todos os sistemas			120
	Acionar o freio estacionário			
	Retirar a chave da ignição			
	Pegar a ordem de produção da colheitadeira			
	Desligar chave geral da máquina			
	Retornar para área da revisão de embarque			370
	Colocar "OK" e data na ordem de produção			
	Arquivar a ordem de produção no gaveteiro			
TEMPO TOTAL (em segundos)				3433
TEMPO TOTAL (em minutos)				57,22

Fonte: O autor, 2015.

APÊNDICE C

Quadro 7 – Roteiro para as atividades do carregamento de máquinas agrícolas

Sequência de Eventos - Carregamento						TEMPO (s)
VERIFICAR SEQUÊNCIA DO EMBARQUE, VERIFICAR NÚMERO DO CHASSI DA MÁQUINA A SER CARREGADA.						
BUSCAR A MÁQUINA NO PÁTIO.						360
	Deslocamento do operador do carregamento até o pátio.					360
PROCEDIMENTO PARA INÍCIO DE DESLOCAMENTO.						365
	Comparar número do chassi na ordem de embarque com o gravado na máquina.					245
	Ligar chave geral.					
	Fazer os ajustes necessários para o conforto do operador					60
	Fazer os ajustes necessários para o deslocamento					
	Fazer os acionamentos necessários					
	Colocar na marcha adequada.					60
	Manobrar a máquina, até deixá-la no sentido correto para iniciar o deslocamento até a área de embarque.					
	Colocar o motor na segunda aceleração.					
DESLOCAR A MÁQUINA PARA O EMBARQUE						240
	Deslocar a máquina até o carregamento utilizando velocidade máxima de 10 km/h					240
ESTACIONAR EM LOCAL DEFINIDO NA ÁREA DO CARREGAMENTO.						425
	Colocar a máquina sobre o elevador.					140
	Desligar todos os sistemas e retirar a chave.					40
	Acionar o freio estacionário.					
	Montar as caixas de transporte para os sinalizadores.					45
	Retirar os sinalizadores dianteiros.					
	Fechar retrovisores.					140
	Pegar escada para retirar sinalizador traseiro.					
	Colocar os manuais da máquina dentro da cabine					
	Fechar a porta da cabine com chave.					60
	Soltar as correntes de segurança.					
	Descer da máquina.					
	Entregar a chave da máquina para o motorista do caminhão.					
PREPARAÇÃO PARA EMBARQUE.						400
	Desligar a chave geral.					40
	Fechar válvula do tanque de combustível.					97
	Colocar a escada na posição de transporte.					
	Amarrar a escada no alimentador.					70
	Posicionamento da sinaleira traseira esquerda para transporte.					193
	Fixar o braço da sinaleira.					
	Amarrar sinaleira traseira direita no caminhão.					
SUBSTITUIR PNEUS						987
	Elevar a dianteira da colheitadeira com elevador hidráulico.					25
	Colocar os pneus apropriados para transporte.					800
	Colocar os parafusos que sobrar na caixa de ferramenta.					55
	Soltar barra de direção das pontas de eixo traseiras.					107

SEGUIE NA PRÓXIMA PAGINA

SUSPENDER A MÁQUINA				358
	Pegar o controle da talha.			70
	Colocar as correntes/cintas referente ao modelo de máquina e no local correto.			
	Mover a talha do ponto de descanso até o meio da máquina.			150
	Engatar os ganchos das correntes/cintas nos dispositivos içamento.			
	Suspender a máquina nos pontos de içamento determinados até esticar as correntes/cintas.			
	Colocar correntes nos pontos de equilíbrio.			138
DESLOCAR PARA CIMA DO VEÍCULO TRANSPORTADOR				497
	Elevar a máquina lentamente para certificar-se de que a mesma esteja em equilíbrio.			355
	Mover lentamente até o caminhão.			
	Baixar lentamente sobre o caminhão.			
	Soltar os ganchos dos dispositivos de içamento.			
	Levar talha até o ponto de descanso.			142
	Guardar as cintas/correntes em local definido			
RETIRAR DISPOSITIVOS DE IÇAMENTO.				1530
	Retirar o dispositivo de içamento.			330
	Soltar ponta de eixo traseira lado direito e lado esquerdo, usando empilhadeira e dispositivo adequado.			1200
FECHAMENTO PARTES ABERTAS				175
	Fechar e travar as partes abertas da máquina.			175
ATIVIDADES DE EMPILHADEIRA				2810
	Transportar cavaletes de pneus.			840
	Descarregar pneus de transporte.			1050
	Transportar caixas de acessórios.			920
FAZER CHECK LIST DE VERIFICAÇÃO DA CARGA.				629
	Imprimir check list da carga.			629
	Aplicar o check list de itens que devem ser embarcados.			
	Verificar problemas no caminhão.			
	Liberar carga.			
TEMPO TOTAL (em segundos)				8776
TEMPO TOTAL (em minutos)				146,3

Fonte: O autor, 2015.

APÊNDICE D

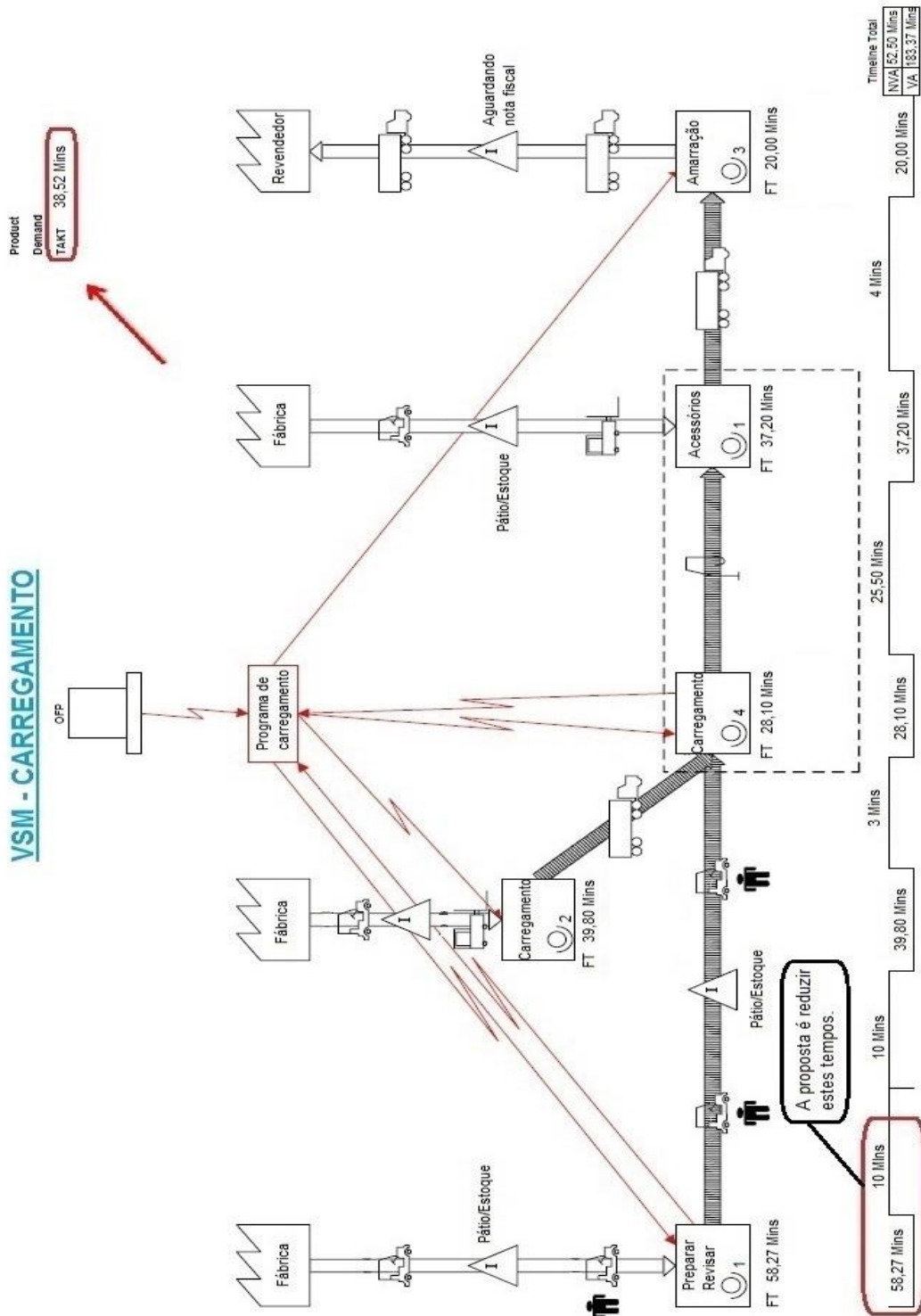
Quadro 8 – Relação das atividades do setor de revisão/preparação de embarque com seus respectivos tempos, atuais e futuros

ATIVIDADES REVISÃO DE EMBARQUE					
Método atual	Tempo Gasto (s)	Observações	Método Futuro	Tempo Gasto (s)	Diferença (s)
Localizar ordem	50,35		Localizar ordem	50,35	0
Deslocamento do operador até o pátio	641,72		Deslocamento do operador até o pátio	641,72	0
Procedimentos iniciais para deslocamento	417,64		Procedimentos iniciais para deslocamento	417,64	0
Deslocamento da máquina	556,31	Deslocamento repetido	Deslocamento da máquina	365,58	190,73
Estacionar máquina	100	Movimentação e pouco espaço	Estacionar máquina	0	100
Colocar peças no modo de transporte	65	Atividade desnecessária	Colocar peças no modo de transporte	0	65
Colocar peças no modo de transporte	441,57	Atividade insegura	Colocar peças no modo de transporte	0	441,57
Revisar parte superior	81,57		Revisar parte superior da CA	81,57	0
Revisar parte inferior	107		Revisar parte inferior	107	0
Colar selo "OK" e preparar para levar máquina pronta para embarque	201,39		Colar selo "OK" e preparar para levar máquina pronta para embarque	47,17	154,22
Deslocar até o pátio para posterior embarque	307,3	Deslocamento repetido	Deslocar até o pátio para posterior embarque	0	307,3
Estacionar máquina	130		Estacionar máquina	130	0
Retornar ao setor	396,29	Deslocamento repetido	Retornar ao setor	396,29	0
TOTAL (s)	3496,14		TOTAL (s)	2237,32	1258,82
TOTAL (min)	58,27		TOTAL (min)	37,29	20,98

Fonte: O autor, 2015.

ANEXO A

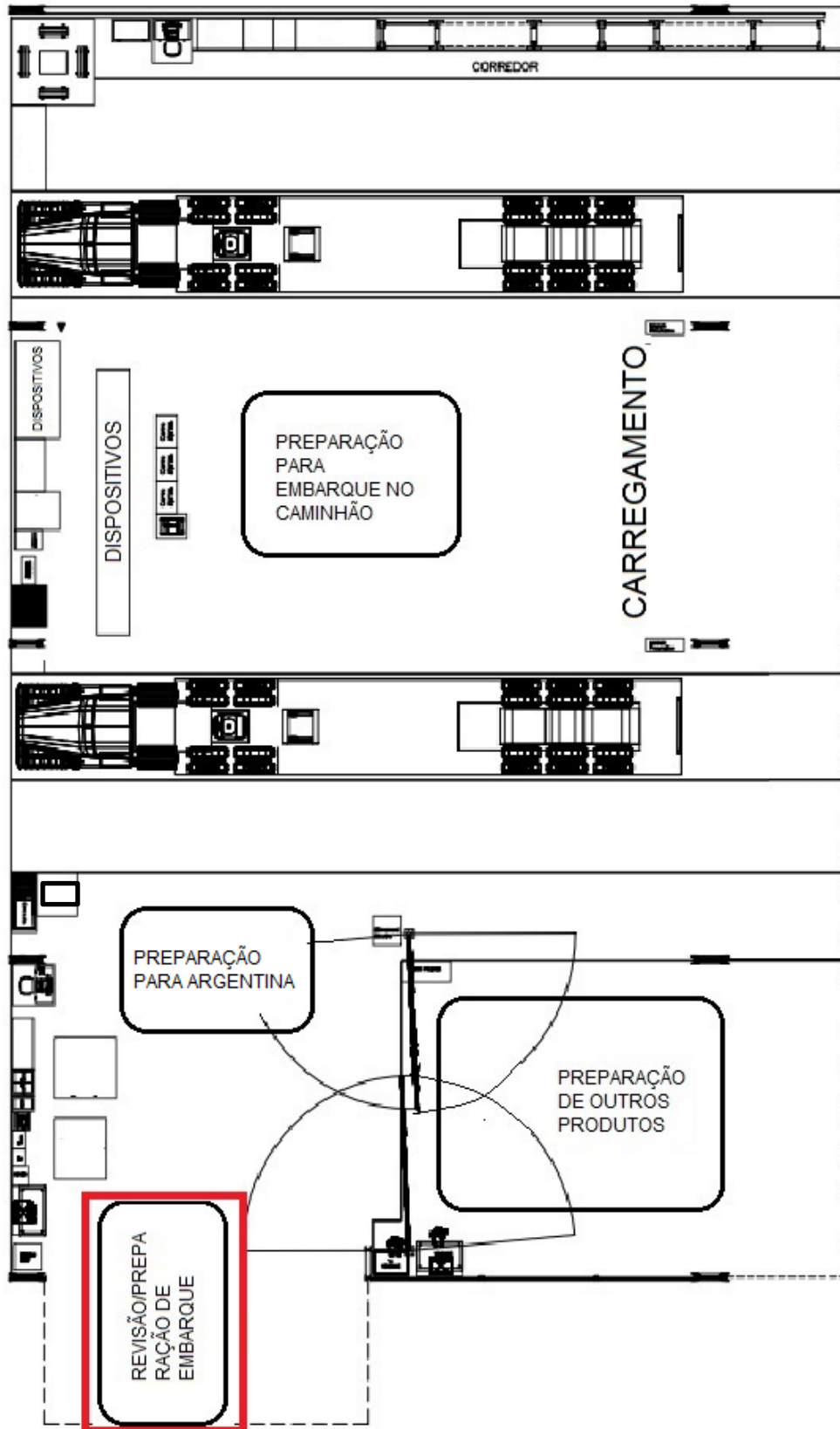
Figura 7 – VSM do carregamento de máquinas agrícolas



Fonte: A empresa e o autor, 2015.

ANEXO B

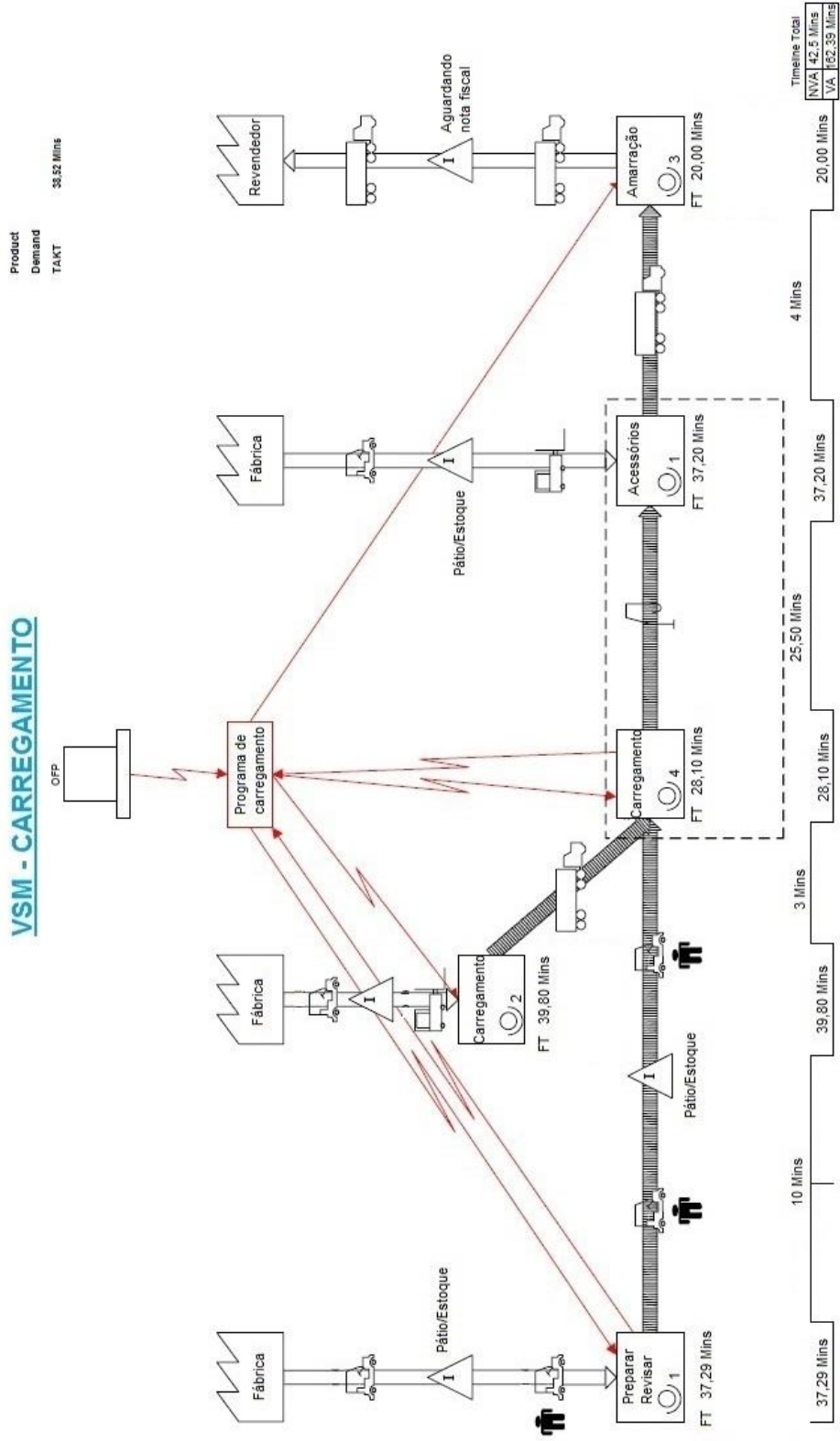
Figura 8 – Layout do setor de carregamento



Fonte: A empresa e o autor, 2015.

ANEXO C

Figura 11 – VSM do carregamento com melhoria proposta



Fonte: A empresa e o autor, 2015.

ANEXO D

Figura 12 – Layout do setor de carregamento com proposta de melhoria

