

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ÁLAN JÚNIO DE OLIVEIRA FONSECA

ESTUDO DA CRONOANÁLISE EM UMA EMPRESA DE RECAPAGEM DE PNEUS
PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

FORMIGA – MG
2015

ÁLAN JUNIO DE OLIVEIRA FONSECA

ESTUDO DA CRONOANÁLISE EM UMA EMPRESA DE RECAPAGEM DE PNEUS
PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Me. Elifas Levi da Silva

FORMIGA – MG

2015

Álan Júnio de Oliveira Fonseca

ESTUDO DA CRONOANÁLISE EM UMA EMPRESA DE RECAPAGEM DE PNEUS
PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Me. Elifas Levi da Silva

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Elifas Levi da Silva

Orientador

Prof. Dr. Marcelo Carvalho Ramos

UNIFOR-MG

Formiga, 9 de Novembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por toda força, coragem, saúde e demais graças recebidas.

Agradeço a todos que me incentivaram na realização deste trabalho e acreditaram no meu potencial acadêmico, em especial:

Ao Professor Me. Elifas Levi, pela orientação segura e apoio constante no pouco tempo que lhe coube, dando-me todo o suporte necessário.

Aos demais professores, que foram exímios mestres e propagadores das vitórias conquistadas nesse caminho.

Aos meus amigos Gustavo, Amanda e Felipe e aos demais colegas de curso, que participaram e tornaram o processo de busca ao conhecimento mais leve e prazeroso.

Aos meus queridos pais e à minha família, pelo incentivo e apoio incondicional e também a minha namorada Maria Eduarda pelo amor, compreensão e companheirismo, compartilhando comigo esse momento, sendo paciente e ajudando no desenvolvimento desse trabalho.

À equipe da empresa Tyrebras Reconstrução de Pneumáticos, com a qual aprendi a prática e a verdade do dia a dia do trabalho.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A cronoanálise envolve os princípios da racionalização industrial e busca melhorar o método de trabalho e aperfeiçoamento do processo produtivo, aproveitando melhor as instalações e a mão de obra, bem como o balanceamento da linha de produção. A cronometragem determina o tempo de uma operação através de medidas diretas, usando o cronômetro como ferramenta. O presente trabalho apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa de recapagem de pneus, com base nos conceitos do estudo de tempos cronometrados, salientando a cronoanálise como técnica funcional de análise e controle da produção. O objetivo foi determinar a capacidade produtiva da atividade de cobertura do pneu, por meio de levantamentos e análise dos tempos medidos, sendo possível melhorar a velocidade da operação efetuada. Para atingir tal objetivo, foi feita uma revisão bibliográfica sobre os princípios e aplicações do estudo de tempos cronometrados e formulação de ações para melhorias no serviço executado. Os resultados obtidos mostraram que com a aplicação das técnicas de cronoanálise é possível aumentar o volume de produção e diminuir o tempo da operação, eliminando tempos ociosos dos operadores e padronizando as atividades, a fim de se ter o balanceamento da linha de produção e um maior ganho produtivo.

Palavras-chave: Cronometragem. Otimização. Tempos.

ABSTRACT

The cronoanálise involves the principles of industrial rationalization and seeks to improve the working methods and improving the production process, making better use of the facilities and the manpower, and the balance of the production line. The timing determines the time of an operation through direct measurements, using the timer as a tool. This paper presents a case study of a tire retreading company, based on the concepts of the study of timed times, stressing the cronoanálise as functional technical analysis and production control. The objective was to determine the productive capacity of the tire coverage activity, by surveying and analyzing the measured time, it is possible to improve the speed of operation performed. To achieve this goal, it was made a bibliographic review of the principles and applications of the study of timed times and formulate actions to improvements in the services rendered. The results showed that with the application of cronoanálise techniques can increase the production volume and decrease the operation time, eliminating idle times of the operators and standardizing activities in order to take the balance of the production line and a higher productive gain.

Keywords: Timing. Optimization. Times.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lead time de produção	24
Figura 2 - Exemplo de nivelamento das irregularidades	30
Figura 3 - Curva de fadiga de um dia de trabalho de 8 horas	35
Figura 4 - Sequenciamento de atividades da linha de produção.....	41
Figura 5 - Folha de observações 1	46
Figura 6 - Folha de observações 2.....	46
Figura 7 - Folha de observações 3.....	46
Figura 8 - Folha de observações 1.1	47
Figura 9 - Folha de observações 2.1	48
Figura 10 - Folha de observações 3.1	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Transformação para o tempo centesimal	25
Tabela 2 - Fatores de ajuste.....	29
Tabela 3 - Tolerância de trabalho.....	37
Tabela 4 - Produção real - operador 01	49
Tabela 5 - Produção real - operador 02	49
Tabela 6 - Produção real - operador 03	49
Tabela 7 - Relação entre capacidade de produção e produção realizada	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Importância da cronoanálise	21
Quadro 2 - Generalização das faixas de eficiência	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantitativo de pneus cobertos por operador (Janeiro a Julho – 2015) ..	45
Gráfico 2 - Comparativo de tempos.....	50
Gráfico 3 – Quantidade de pneus reformados em 2015.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Hipótese	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Administração da produção	16
3.1.1 Organizações	17
3.1.2 Sistemas de Produção	18
3.2 Cronoanálise.....	20
3.3 Estudo de tempos, movimentos e métodos	21
3.3.1 <i>Lead time</i>	23
3.4 Conceitos de tempos	24
3.4.1 Tempo Real	25
3.4.2 Tempo Normal	26
3.4.3 Tempo Padrão	27
3.5 Ritmo de trabalho	28
3.6 Nivelamento de tempos	30
3.7 Balanceamento de linhas	31
3.8 Tempos predeterminados (tempos sintéticos).....	32
3.8.1 Tempos históricos	33
3.9 Fadigas.....	34
3.10 Especificação das tolerâncias	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Local de realização do trabalho	38
4.2 Escolha da Amostra	39
4.3 Método de coleta de dados	39
4.4 Método de análise	40
4.5 Fluxo de atividades na reforma de pneus	40

4.6 Descrição dos métodos utilizados na produção da empresa	43
5 ANÁLISE E RESULTADOS.....	44
5.1 Descrição e interpretação do processo produtivo	44
5.2 Coleta de dados.....	44
5.3 Análise dos dados.....	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado se encontra altamente competitivo, ocasionado pela globalização e crescimento da economia. Essas mudanças afetam os sistemas produtivos e impõem que as empresas que atuam no mercado, busquem o aperfeiçoamento contínuo de seus produtos e processos, eliminando desperdícios, garantindo qualidade e cumprindo com prazos de entrega. As ineficiências não podem mais ser repassadas aos clientes.

A alta competitividade faz com que as organizações busquem cada vez mais por técnicas para otimização dos processos produtivos, com objetivo de padronizar procedimentos operacionais e definir a capacidade fisiológica operacional. A busca por essas técnicas originou-se com Henry Ford, através das linhas de montagem, com foco na produção em série e com Frederick Taylor, por meio de estudos sobre a racionalização humana, fadiga e habilidades operacionais, diretamente ligadas à produção em série, ao rendimento e à habilidade dos operadores.

Uma importante ferramenta foi criada para auxiliar as empresas - o estudo dos tempos, movimentos e métodos, definido por cronoanálise, técnica utilizada para cronometrar e analisar o tempo que um operador leva para realizar alguma operação no fluxo de produção. O objetivo da cronoanálise é detectar pontos falhos a serem corrigidos, conhecer minuciosamente as etapas do processo e evitar fadigas e tempos ociosos em máquinas e operadores. Assim, faz-se necessário o estudo de tempos produtivos, a fim de avaliar os processos de produção para se reduzir movimentos desnecessários e propor métodos apropriados e racionais de trabalho. Desta forma, as empresas podem atender suas necessidades e buscar melhorias no processo, aumentando a qualidade dos seus produtos e reduzindo os seus custos.

O estudo foi desenvolvido em uma empresa de recapagem de pneus, localizada na cidade de Formiga, no Centro-Oeste de MG. Realizou-se um estudo de tempos, movimentos e métodos do processo produtivo da empresa, com o objetivo de identificar a melhor maneira de realizar as atividades, eliminando tarefas que não agregam valor e padronizando o método de execução. A cronoanálise foi aplicada como ferramenta para definição do tempo padrão e documentação do processo produtivo.

Por fim, foi necessário acompanhar e analisar, constantemente, a linha de produção, para coletar os dados. Com o resultado, pôde-se comparar a eficiência dos

operadores no desempenho de suas atividades e na realização das operações e serviços, determinando o tempo padrão para tais ações. Demonstrou-se também, sugestões de melhorias na linha de produção, objetivando a otimização do processo produtivo, promovidas pela utilização das técnicas de cronoanálise.

1.1 Problema

Existem problemas que afetam a produção como um todo, a falta de padronização das atividades de trabalho e treinamento dos colaboradores faz com que as atividades sejam executadas de forma incorreta e o tempo de operação seja elevado em comparação ao padrão.

No decorrer do estudo, serão encontradas as possíveis respostas para a seguinte questão:

É possível aumentar a produtividade aplicando as técnicas de cronoanálise e diminuir o *lead time* de produção?

1.2 Justificativa

Este trabalho justifica-se pela importância do estudo de tempos e métodos para a empresa, no intuito de otimizar o processo produtivo e definir o tempo padrão para diminuir o custo de produção, influenciando no custo final do serviço. Fator este que em tempos de crise, considera-se essencial para a sobrevivência e sucesso de toda empresa.

Tendo em vista o mercado competitivo e a enorme concorrência no setor, torna-se imprescindível, também, o aumento da produção sem a perda de qualidade. Com o desenvolvimento das técnicas de cronoanálise, a empresa poderá diminuir o *lead time* dos estágios de produção e identificar possíveis falhas no processo produtivo, isto é, falhas caracterizadas por desperdícios que podem ser: tempos ociosos, mão de obra ociosa e criação de gastos supérfluos. Tais falhas podem ocasionar estresse no ambiente corporativo, desmotivando os trabalhadores e, conseqüentemente, refletir na insatisfação do cliente final. Deste modo, aumentando a produção, a empresa poderá focar em novos clientes, visando sempre maior lucratividade.

O tema abordado no estudo poderá apresentar-se como embasamento teórico no ramo acadêmico, possibilitando novas pesquisas acerca da cronoanálise aplicada em empresas manufatureiras.

1.3 Hipótese

Com a padronização das atividades, as operações serão executadas de forma mais segura, sem riscos ao operador, pois, se não existe um procedimento padrão, cada operador o faz de uma maneira, isto é, um produz mais que o outro. A diminuição do *setup* entre o início e o término de cada atividade, possibilitará o aumento produtivo. A utilização de ferramentas e técnicas de cronoanálise torna-se necessária quando o objetivo é a busca pela otimização dos resultados.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho serão apresentados a seguir e foram divididos em geral e específicos.

2.1 Objetivo geral

Revisar o processo produtivo da empresa, delimitando-se ao setor de cobertura, para avaliar se o tempo gasto pelo operador ao efetuar a operação é eficaz ou não e se atende às necessidades da empresa.

2.2 Objetivos específicos

- Mensurar a duração da atividade no setor de cobertura por meio de cronometragem.
- Definir o tempo padrão das atividades.
- Analisar o fluxo de produção, com o propósito de detectar gargalos ou restrições que limitam o processo produtivo.
- Fazer o comparativo entre a capacidade produtiva e a capacidade realizada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

No interesse de melhorar e otimizar o processo produtivo de grandes e pequenas empresas, busca-se conhecimentos científicos, compreensões teóricas e técnicas para desenvolver a prática com confiabilidade. Pretende-se, neste capítulo, conhecer e estudar os objetivos e as técnicas da cronoanálise, visando sua melhor aplicação e implementação no sistema produtivo.

3.1 Administração da produção

Segundo Moreira (2001), a Administração da Produção é a área de estudo dos conceitos e técnicas cabíveis à tomada de decisões na função de Produção ou Operações. Refere-se às atividades orientadas na fabricação de um bem físico ou à prestação de um serviço.

A Gestão de Operações ocupa-se da atividade de gerenciamento estratégico, dos recursos limitados de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços, buscando atender a necessidade de tempo, custo e qualidade de seus clientes. Uma Administração da Produção mais satisfatória, pode agregar valor à organização, aumentando sua lucratividade e competitividade. (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

Para Rocha (1995), a Administração da Produção baseia-se na parte da administração que gerencia o processo produtivo. Ela ocorre através da busca pela elevação da produtividade, utilizando dos meios de produção e dos processos administrativos.

A Administração da Produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens ou serviços. Tudo o que você veste, come, senta em cima, usa, lê ou usa na prática de esportes chega a você graças aos gerentes de produção que organizaram sua produção. (SLACK et al., 2006, p. 25).

A consolidação da Administração da Produção ocorreu durante a Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, transformando o cenário mundial. A Revolução marca o início da industrialização, a utilização intensiva de máquinas, a criação de fábricas, os movimentos de trabalhadores contra as condições desumanas de trabalho, este foi o início de uma nova era na civilização. (MOREIRA, 2001).

Durante o século XX, ainda em termos de origem da área de gestão de operações, foram grandes as contribuições de Frederick Taylor e Henry Ford, no auxílio e na criação de condições para que a chamada produção em massa se estabelecesse de forma mais global, fazendo com que, na área de gestão de operações, houvesse grande progressão. (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2008), Frederick Taylor foi o pioneiro no desenvolvimento de técnicas efetivas, buscando a sistematização do estudo e a análise do trabalho. Taylor estabeleceu princípios que ficaram conhecidos como princípios da administração científica, sistematizando técnicas e conceitos que, em seu conjunto, colaboraram para o aumento substancial dos níveis de eficiência da indústria americana, no início do século XX.

Neste período, os Estados Unidos se tornaram o país dos grandes fabricantes, diante da produção em larga escala e do uso de peças intercambiáveis produzidas por máquinas. Houve uma adaptação de motores a combustão interna nas carruagens, proporcionando as condições para o surgimento de um novo setor industrial: o setor automobilístico. Então, Henry Ford surgiu como figura de importância e destaque, revolucionando a indústria automobilística. O seu principal e mais conhecido carro produzido foi o “Modelo T”, alcançando a marca de mais de 15 milhões de unidades vendidas de 1908 a 1927, quando foi descontinuado. (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

3.1.1 Organizações

Conforme Peinado e Graeml (2007), as organizações estão em todo lugar em nossa sociedade: tudo que se usa e consome, notícias, informações, meios de transporte, etc. Todos esses serviços ou produtos vêm de alguma espécie de organização. Portanto, o dia a dia das pessoas envolve uma infinidade de interações com organizações, o que leva a crer que é impossível uma sociedade existir sem elas.

A respeito da definição de organização, Robbins (2002), a descreve como “um arranjo sistemático de duas ou mais pessoas que cumprem papéis formais e compartilham um propósito comum.”

“Uma organização é definida como duas ou mais pessoas trabalhando juntas, cooperativamente dentro de limites identificáveis, para alcançar um objetivo ou meta comum.” (SILVA, 2001).

3.1.2 Sistemas de Produção

De forma geral, os sistemas de produção estão voltados para a geração de bens ou de serviços. Os produtos fabricados podem ser tangíveis ou intangíveis. Quando um produto é tangível, o sistema de produção é uma manufatura de bens, já quando ele é intangível, o sistema de produção é um prestador de serviços. Os sistemas de produção são classificados visando facilitar o entendimento das características pertinentes a cada sistema, relacionada com grau de padronização dos produtos e volume de produção requerido pelo mercado. (TUBINO, 2008).

Moreira (2001), define o sistema de produção como um grupo de atividades envolvidas em si, na produção de bens ou serviços. Os sistemas de produção são classificados em função do fluxo do produto, envolvem grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção e são reunidos em amplas categorias, especificadas a seguir.

Tubino (2008), relata que os sistemas contínuos são aplicados quando se tem alta semelhança na produção de bens ou serviços, tornando os produtos e processos produtivos completamente interdependentes e propiciando a sua automatização. Os investimentos em equipamentos são altos e o produto é pouco flexível a mudanças, devido à automação dos processos.

Já os sistemas em massa, são semelhantes aos sistemas contínuos empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, porém, exigem mão-de-obra especializada na transformação do produto, uma vez que não estão sujeitos à automatização em processos contínuos. Os produtos possuem demanda estável, o que possibilita linhas de montagem altamente especializadas e pouco flexíveis, garantindo o retorno do investimento a longo prazo. Geralmente, neste sistema produtivo, os produtos acabados sofrem variações somente na montagem final, o que permite a produção em larga escala. (TUBINO, 2008).

Tubino (2008), assegura que os sistemas em lotes são caracterizados pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes, com cada lote seguindo uma atividade que precisa ser programada de acordo com as atividades realizadas anteriormente. O sistema produtivo deve ser flexível para atender os diferentes pedidos dos clientes e as flutuações da demanda, com equipamentos reunidos em centros de trabalho e mão-de-obra versátil. Devido a existência de

tempos de espera nos lotes, entre as atividades, o *lead time* e os custos de produção são mais elevados do que no sistema em massa.

Já os sistemas sob encomenda, têm como objetivo a montagem de um sistema produtivo a fim de atender as necessidades peculiares dos clientes, com baixas demandas. O produto é planejado e fabricado, já acordado uma data para entrega no cliente, e depois de concluído, o sistema produtivo começa um novo projeto. O sistema exige alta flexibilidade dos recursos com foco em atendimento, custa certa ociosidade enquanto não houver demanda, causando elevados custos produtivos (TUBINO, 2008).

Segundo Moreira (1996), Sistema de Produção é um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas, envolvidas na produção de bens ou serviços, a partir do uso de recursos (*inputs*) para mudar o estado ou a condição de algo e produzir saídas/resultados (*outputs*). Tradicionalmente, os sistemas de produção são agrupados em três categorias.

Nos sistemas de produção contínua, os produtos ou serviços possuem uma sequência linear de produção. Os produtos são padronizados e fluem de um posto de trabalho a outro, numa sequência prevista. As fases do processo devem ser balanceadas para que uma atividade mais lenta não atrase a velocidade da linha produtiva, por exemplo, o processo de engarrafamento em uma empresa de bebidas (MOREIRA, 1996).

Moreira (1996), discursa a respeito dos sistemas de produção intermitentes, nos quais a produção é feita em lotes, com mão-de-obra e equipamentos alocados em centros de trabalho. Os equipamentos, as habilidades dos trabalhadores e as operações, são agrupadas em conjunto, caracterizando um arranjo físico funcional ou por processo. Por exemplo, em metalúrgicas que dividem as operações em etapas na mesma máquina, faz-se o primeiro processo, para-se a máquina e começa-se a produção do segundo processo, ao terminar volta-se ao primeiro passo. Em sua essência, o que o sistema de produção intermitente ganha em flexibilidade com a produção contínua, ele perde em volume de produção.

Já os sistemas de produção para grandes projetos, diferenciam-se dos tipos anteriores, pelo fato de cada projeto ser um produto único, não existindo um fluxo do produto. Ao mesmo tempo que possuem um seguimento de atividades ao longo do tempo, com grande duração e pouca repetição, e caracterizam-se pelo seu alto custo e a dificuldade gerencial no planejamento e controle. (MOREIRA, 1996).

3.2 Cronoanálise

Vicente (2010), conceitua cronometria como a ciência que estuda os fatos relacionados ao tempo, com objetivo de chegar ao tempo padrão. A cronoanálise é definida como o princípio da racionalização da produtividade, busca o menor custo e o aperfeiçoamento do método de trabalho, possibilitando a melhoria do processo e o aproveitamento de instalações, equipamentos e mão de obra. O estudo de tempos é fundamental para as organizações entenderem como gerenciar suas atividades produtivas.

Cronometragem é um método de medida do trabalho segundo o qual se estabelece o tempo de uma operação através de medidas diretas, utilizando-se cronômetro como instrumento. Por meio de cronometragem, determina-se os tempos necessários à realização de cada movimento. Conhecendo-se estes tempos, podemos conseguir o equilíbrio dos postos de trabalho, estabelecer a remuneração dos operários, fixar preços de custos, etc. (REIS, 1978, p. 90).

Segundo o raciocínio de Vicente (2010), a cronometragem e a divisão de tarefas são ferramentas muito aplicadas nas organizações industriais e dão uma visão segura para a determinação dos seguintes parâmetros:

- Indicar e avaliar com segurança, os gargalos nos recursos mais solicitados do processo;
- Medir a capacidade produtiva do setor e do chão de fábrica, entre outros;
- Eliminar atividades desnecessárias ao processo;
- Definir a quantidade de mão de obra necessária para atender as ordens de fabricação;
- Mensurar a eficiência individual e a do setor de fabricação;
- Reduzir o tempo de execução do processo;
- Ergonomia para funcionários na execução das atividades;
- Melhorar o fluxo da matéria prima e do material aplicado à matéria prima;
- Reduzir os estoques de produtos em processos e produtos acabados;
- Mensurar a necessidade de equipamentos em função da demanda, para atender o fluxo produtivo.

O QUADRO 1, ilustra a importância da cronoanálise no processo produtivo.

Quadro 1 - Importância da cronoanálise

Na Indústria	Profissionalmente	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 (<i>layout</i>, carga máquina e carga mão de obra) - Programação (Programas de Produção) - Administração (controle) - Financeiro (Custos) - Gerencial (Detalhes técnico-administrativos) - Organização geral 	<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 de decisões - Objetividade - Possibilidades imprevisíveis - Saber o que é importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Aguça o senso analítico - Cada contradição é nova experiência adquirida - Ativa o raciocínio - Pondera antes de decisões importantes - Rapidez nas decisões - Previsões - Confiança e segurança - sabe o que é que lhe convém - Você saberá que quem pode melhor lhe aconselhar será você mesmo - Consequentemente, novo padrão de vida

Fonte: Toledo Jr (1974, p. 129).

Para Simcsik (2007), cronoanálise é uma técnica de avaliação dos tempos obtidos pela cronometragem, objetivando o aperfeiçoamento do método de trabalho. A cronoanálise é criativa, lógica e requer certo conhecimento em Organizações e Métodos, pois, o operador terá que ter raciocínio rápido e lógico, confiança e segurança, senso analítico e decisões sensatas. Já a cronometragem, é a técnica de tomadas de tempo, em números variáveis dos elementos de trabalho, a qual pode ser facilmente ensinada.

3.3 Estudo de tempos, movimentos e métodos

De acordo com Barnes (1977), o estudo de movimentos e de tempos é o estudo ordenado dos sistemas de trabalho, com as seguintes finalidades:

- a) Aprimorar o método e o sistema, geralmente o de menor custo;
- b) Padronizar esse método e sistema;

- c) Definir o tempo gasto por uma pessoa treinada e qualificada para a execução de uma atividade ou tarefa específica, em seu ritmo normal de trabalho;
- d) Treinar o colaborador no método preferido.

O estudo de tempos, movimentos e métodos refere-se às técnicas que analisam as operações de uma tarefa, com o propósito de eliminar qualquer parte desnecessária à operação e determinar o método mais eficiente para executá-la. Ainda, o estudo de tempos é a medição, através de um cronômetro, do tempo gasto para realização de uma tarefa. As empresas brasileiras utilizam o termo “cronoanálise” para definir o processo de estudo, medição e determinação dos tempos padrão em uma organização. (PEINADO e GRAEML, 2007).

Para Burbidge (1981), o estudo do método é a parte que maior beneficia o estudo do trabalho. Quando se define o melhor método de trabalho, torna-se necessário registrá-lo e medir o tempo gasto para completar cada tarefa. Definem-se as técnicas utilizadas na medição dos tempos, pelo termo geral “estudo de tempos”.

O estudo de tempos é, acima de tudo, um método minucioso, que tem como objetivo principal “a procura do tempo perdido”, possivelmente, ocasionado pela falta de planejamento do trabalho. Sua principal utilidade é servir de base a um meio de determinar os tempos de trabalho. (REIS, 1978).

O estudo de movimentos tem como objetivo o estudo dos movimentos do corpo humano durante uma atividade. Visa eliminar movimentos desnecessários e definir a melhor sequência de movimentos, buscando atingir maior produtividade do empregado. (MOREIRA, 2001).

Ainda no que diz respeito aos estudos de movimentos, Reis (1978), diz que o objetivo do mesmo é deixar o desempenho das atividades mais eficientes, por meio do melhoramento dos movimentos envolvidos.

O termo estudo de movimentos foi inventado pelo engenheiro americano Frank B. Gilbreth e sua esposa M. Gilbreth. Sua técnica chamada “*Therbligs*” (Gilbreth soletrado ao contrário), abrange a divisão de tarefas e a recomposição de um melhor ciclo, pelo qual possam ser eliminados todos os movimentos desnecessários. (BURBIDGE, 1981).

3.3.1 *Lead time*

Lead time de fabricação é o tempo gasto para a produção de um produto em quantidades de lote específicos. Usualmente, o *lead time* de fabricação fundamenta-se em cinco elementos. (ARNOLD, 1999):

1. Tempo de fila: quantidade de tempo em que o trabalho fica esperando no centro de trabalho, antes que a operação seja iniciada;
2. Tempo de preparação: tempo necessário para preparar o centro de trabalho para a operação;
3. Tempo de operação: tempo necessário para operar o pedido;
4. Tempo de espera: quantidade de tempo em que o trabalho fica no centro de trabalho, antes de ser transportado para o próximo centro de trabalho;
5. Tempo de transporte: tempo de deslocamento entre os centros de trabalho.

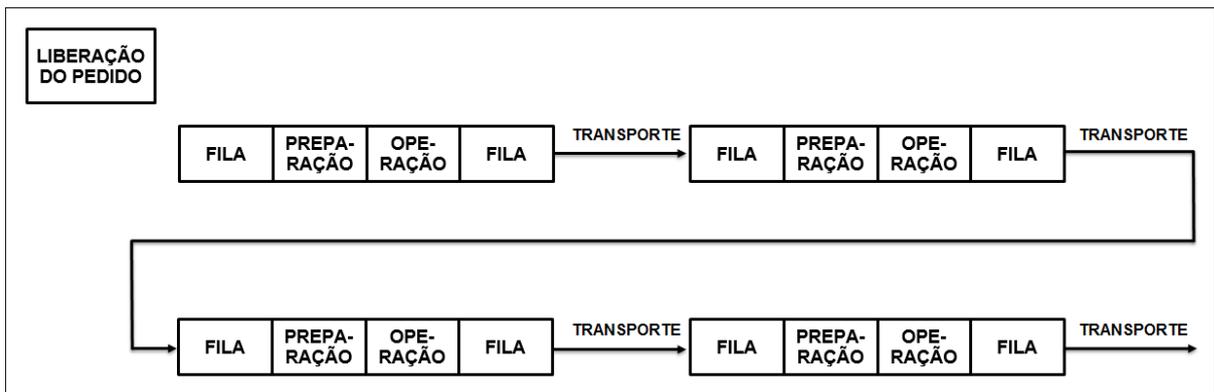
Dentre os cinco elementos, o mais longo é o tempo de fila. Geralmente, na operação de uma produção intermitente, seu processo representa uma média de 85% a 95% do *lead time*.

Tubino (2008), mostra que nos processos contínuos e nas linhas de montagem, os itens fluem rapidamente, já nos processos em lotes, os *lead times* são gerados em uma sequência com quatro tempos diferentes, um para cada centro de trabalho por onde passa o lote:

1. Tempo de espera: tempo gasto pelos lotes para aguardarem sua vez e serem processados no centro de trabalho;
2. Tempo de processamento: tempo consumido com a transformação do item, sendo o único que agrega valor ao cliente;
3. Tempo de inspeção: é o tempo empregado ao verificar se o item produzido está conforme as especificações exigidas, podendo ser realizado em sistemas convencionais apenas uma vez ao final;
4. Tempo de transporte: tempo despendido para movimentar o item, até o próximo centro de trabalho.

Como descrito em Arnold (1999), o *lead time* de fabricação total resultará da soma da preparação e liberação do pedido, com os *lead times* de cada operação. Na FIG. 1, observa-se o *lead lime* de produção constituído de seus elementos. Se o número de pedidos que esperam para ser operados é reduzido, conseqüentemente, diminuirá o tempo de fila, o *lead time* e os produtos em processo.

Figura 1 - *Lead time* de produção



Fonte: Arnold (1999, p. 176).

3.4 Conceitos de tempos

Corrêa e Corrêa (2008, p. 365), diz que Estudos de Tempos “é um método para a obtenção dos padrões de trabalho, através da utilização da cronometragem sobre o trabalho de indivíduos treinados e em condições normais.” Deve-se seguir cinco passos, com o objetivo de determinar um tempo padrão para as atividades, que são:

1. Definir a tarefa a ser estudada;
2. Dividir a tarefa em elementos;
3. Cronometrar os elementos;
4. Determinar o tamanho da amostra;
5. Estabelecer os padrões.

Para se chegar ao tempo padrão de uma atividade, primeiro deve-se definir dois tipos de tempos na mesma tarefa: o tempo real e o tempo normal. (MOREIRA, 2001).

O estudo de tempos é utilizado na definição do tempo que uma pessoa capacitada, trabalhando em ritmo normal, necessita para realizar uma determinada atividade. O resultado é o tempo em minutos que uma pessoa treinada e habituada

ao método de trabalho levará para realizar determinada tarefa, trabalhando em um ritmo normal. Este tempo é chamado de tempo padrão para a atividade (BARNES, 1977).

Segundo Peinado e Graeml (2007), existem dois tipos de cronômetros que podem ser utilizados para a cronometragem do tempo. Pode ser utilizado um cronômetro normal para a cronometragem do tempo de realização de determinada tarefa. O inoportuno dos cronômetros normais é que o sistema horário é sexagesimal, desta forma, os tempos mensurados necessitam ser transformados para o sistema centesimal, para posteriormente serem utilizados nos cálculos, conforme é exibido a seguir (TAB. 1).

Tabela 1 - Transformação para o tempo centesimal

Tempo medido com cronometro comum	Tempo transformado para o sistema centesimal	Cálculo
1 minuto e 10 segundos	1,17 minutos	$1 + 10/60 = 1,17$
1 minuto e 20 segundos	1,33 minutos	$1 + 20/60 = 1,33$
1 minuto e 30 segundos	1,50 minutos	$1 + 30/60 = 1,50$
1 hora, 47 min. e 15 segs.	1,83 horas	$1 + 47/60 + 15/360 = 1,83$

Fonte: Peinado e Graeml (2007, p. 96).

Com intuito de facilitar a medição dos tempos, recomenda-se uso do cronômetro com marcação centesimal, no qual uma volta do ponteiro maior refere-se à 1/100 de hora, ou 36 segundos. Este cronômetro pode ser encontrado em lojas especializadas. (PEINADO e GRAEML, 2007).

3.4.1 Tempo Real

Conforme Moreira (2001), o tempo real é o resultado da duração de cada operação, obtido através da cronometragem feita pelo operador. Ao analisar o tempo, deve-se fazer uma média do tempo real das medidas, com certo grau de segurança. A partir disso, o tempo real poderá ser corrigido, resultando no tempo normal.

Peinado e Graeml (2007), reproduziram o tempo real como aquele que é decorrido durante uma operação, determinado por meio de cronometragem direta, variando de operador para operador, em seu posto de trabalho. Deve ser feito pelo analista, um número de medições suficientes, a fim de se ter um valor médio do tempo real, com certo grau de confiança.

3.4.2 Tempo Normal

“Tempo normal é aquele usado por um colaborador médio, suficientemente longo, mas que não promove fadiga física ou mental, para manter um ritmo constante de produção manual ou intelectual, sem o uso de incentivos de qualquer tipo” (SIMCSIK, 2007, p. 24).

O tempo destinado a um operador para completar sua atividade, trabalhando em velocidade normal, é definido como tempo normal. Ainda, a velocidade normal é obtida através da eficiência média de um trabalhador, operando sem fadiga inadequada em um dia típico de trabalho. Um operador em velocidade normal tem 100% de eficiência (ou ritmo). Essa eficiência corresponde ao trabalhador de eficiência média, o trabalhador acima da média, terá eficiência superior a 100%, ao passo que aquele abaixo da média, terá eficiência inferior a 100% (MOREIRA, 2001).

Para Peinado e Graeml (2007), o cronoanalista compara o ritmo do operador em análise, a sua própria definição de ritmo normal, avaliando, assim, a velocidade do operador. Durante a avaliação do operador, ele pode estar trabalhando acima da velocidade normal, isto pode ocorrer pelos seguintes fatores:

- Expediente de trabalho começando na segunda-feira, com operador descansado;
- O operador estar almejando um reconhecimento por produtividade;
- O operador ter exímio conhecimento e execução da tarefa efetuada, sendo a operação normal para ele, não servindo para outro operador “normal”;
- Simplesmente, por estar sendo avaliado.

Sendo que outros operadores não terão sucesso em repetir o mesmo desempenho, nesse caso, a cronometragem de tempo encontrada, terá de ser ajustada para cima.

Pode acontecer, também, do operador estar trabalhando abaixo da velocidade normal, logo, o ocorrido poderá estar associado a diversos fatores: execução da tarefa cronometrada em velocidade lenta, inexperiência na realização da atividade, fadiga humana, por exemplo ao final da semana, ou mesmo estar sendo pressionado pelo cronoanalista. Assim, a cronometragem de tempo deve ser ajustada para baixo, em virtude que outros operadores necessitarão de menos tempo para realizar a mesma atividade. (PEINADO e GRAEML, 2007).

Obtém-se o cálculo do tempo normal através da equação 1.

$$TN = TC \times V \quad (1)$$

Onde:

TN = Tempo normal

TC = Tempo cronometrado

V = Velocidade do operador

3.4.3 Tempo Padrão

De acordo com Simcsik (2007), o tempo padrão é primordial para um completo ciclo de operação, deve-se utilizar um método padrão em velocidade normal de trabalho. O operador deve estar preparado para o uso do método escolhido e devem ser abonadas suas demoras e atrasos independentes.

“Tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, por um operador apto e treinado, possuindo habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas de serviço.” (TOLEDO, 1974, p. 33).

Conforme Moreira (2001), alcançado o tempo normal, o tempo padrão é solicitado por uma atividade quando for levado em conta a paralisação e condição especial da operação. Em geral, acrescentamos um percentual de tempo perdido ao tempo normal, em virtude das demoras inevitáveis e da fadiga do operador.

Estabelecido o tempo normal, é necessário considerar que o trabalhador não dispõe de suas atividades durante todo o dia sem interrupções, tanto por motivos alheios, como por necessidades pessoais. O cálculo do tempo padrão resulta da multiplicação do tempo normal, por um fator de tolerância, para suprir o tempo que o colaborador não trabalha efetivamente. (PEINADO e GRAEML, 2007).

Obtém-se o cálculo do tempo padrão através da equação 2.

$$TP = TN \times FT \quad (2)$$

Onde:

TP = Tempo padrão

TN = Tempo normal

FT = Fator de tolerância

3.5 Ritmo de trabalho

Segundo Toledo (1974), o operador deve possuir habilidade média e estar treinado e capacitado para a execução do seu serviço, no qual é comum haver variações de habilidades entre dois operadores normais, ambos aptos para a realização do mesmo. Não é recomendável realizar o estudo de tempos com um aprendiz.

O esforço é considerado o responsável direto pela inviabilidade da adoção de um método puramente matemático no estudo de tempo. Dois ou mais operadores trabalham com esforços diferentes em uma mesma operação e nenhum deles utiliza-se do mesmo esforço, durante todas as horas de trabalho. (TOLEDO, 1974).

Barnes (1977), define a avaliação de ritmo como um processo no qual o analista de estudo de tempos equipará o ritmo do operador ao ritmo normal, em seguida, o fator de ritmo será aplicado ao tempo escolhido, com o objetivo de se ter o tempo normal para esta tarefa. Não há uma maneira de estabelecer um tempo padrão para uma operação, sem basear-se em um julgamento pessoal do analista de estudo de tempos.

Um método de ajuste consiste em avaliar o operador no momento da realização do estudo, levando em conta seu esforço, sua habilidade e as condições em que o serviço é feito, conforme o que seriam as condições normais previstas.

Pode-se ver na TAB. 2, uma relação de fatores de ajustes, no qual a soma algébrica dos fatores escolhidos de cada tipo é inserida à unidade para compor o fator de ajuste, o qual é multiplicado pelo tempo de operação escolhido para se resultar o tempo básico da operação. (BURBIDGE, 1981).

Tabela 2 - Fatores de ajuste

HABILIDADE			ESFORÇO		
+0,15	A1	Super- hábil	+0,13	A1	Excessivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bom	+0,05	C1	Bom
+0,03	C2		+0,02	C2	
0	D	Médio	0	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONSTÂNCIA			CONDIÇÕES		
+0,04	A	Perfeita	+0,06	A	Ideias
+0,03	B	Excelente	+0,04	B	Excelentes
+0,01	C	Boa	+0,02	C	Boas
0	D	Média	0	D	Médias
-0,02	E	Regular	-0,03	E	Regulares
-0,04	F	Fraca	-0,07	F	Fracas

Fonte: Burbidge (1981, p. 116).

Para Toledo (1974), o esforço depende notavelmente da personalidade ou do entusiasmo do operador em querer ou não produzir, o esforço depende da disposição. Já a habilidade, seria o potencial de cada operador, isto é, o que ele tem a oferecer como potencial próprio, são suas habilidades individuais. Assim sendo, esforço e habilidade são dois componentes que definem a eficiência do operador.

O QUADRO 2, exibe a generalização das faixas de eficiência.

Quadro 2 - Generalização das faixas de eficiência

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

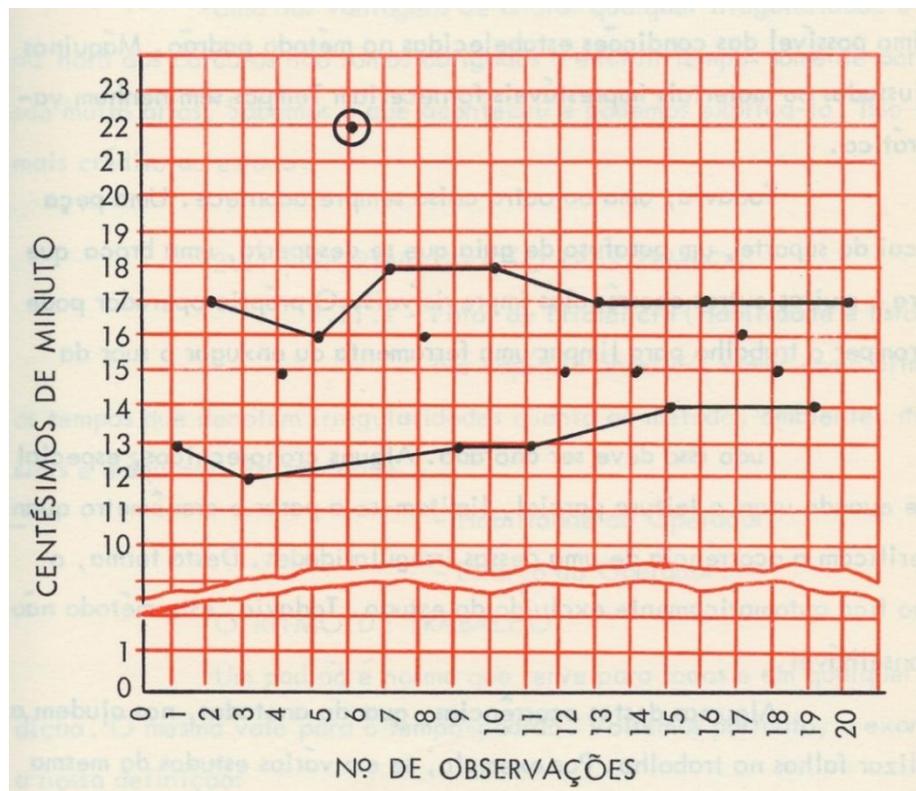
Fonte: Toledo (1974, p. 40).

3.6 Nivelamento de tempos

De acordo com Toledo (1974), cronometrar exige treinamento e habilidade, mesmo um operador qualificado e com boa vontade, é impossível evitar os erros durante a cronometragem. No decorrer dos cálculos, se algum tempo estiver afastado dos demais do mesmo grupo, sem nenhuma razão ou observação no estudo, em relação ao porquê dessa discrepância, o tempo deve ser excluído, considerando como erro de leitura.

Pode-se observar na FIG. 2, 20 tempos cronometrados, no qual o tempo de 22 centésimos, encontrado na sexta observação, está afastado dos demais, considerando um limite mínimo de 12 e máximo de 18 centésimos. Os valores mais altos e mais baixos são ligados uns aos outros, delimitando uma área onde estão todos os tempos cronometrados, menos a observação 22 que será excluída. Esta área é denominada faixa de dispersão de tempos. (TOLEDO, 1974).

Figura 2 - Exemplo de nivelamento das irregularidades



Fonte: Toledo (1974, p. 31).

Continuando, o método Toledo (1974), explicita que será preciso reduzir a dispersão, para se calcular a média aritmética dos 19 tempos incluídos na faixa. Isso

será feito pelo nivelamento de tempos, que tem como objetivo aproximar os limites superiores e inferiores da faixa de dispersão, encurtando a distância entre os tempos mínimo e máximo.

3.7 Balanceamento de linhas

Toledo (1974), conceitua o balanceamento de linhas como a forma de balancear uma linha de produção ou montagem, dividindo a mão de obra dos trabalhadores presentes no setor. O balanceamento tem como objetivo anular os gargalos de produção, eliminando as esperas e visando sempre o máximo de produtividade.

O sequenciamento em linhas de montagem tem por objetivo fazer com que os diferentes centros de trabalho encarregados da montagem das partes componentes do produto acabado tenham o mesmo ritmo, e que esse ritmo seja associado a demanda proveniente do PMP (Plano Mestre de Produção), razão pela qual é chamado de balanceamento de linha. (TUBINO, 2008, p. 103).

Ainda segundo Tubino (2008), uma linha de montagem pode ser composta por diversos centros de trabalho (CT), que podem ser submontagens ou máquinas, incumbidos de fabricar ou montar partes do produto que alimentarão a linha principal por meio de supermercados de componentes. Logo, o balanceamento de uma linha de montagem deve dimensionar os supermercados alimentadores da linha e sincronizar os ritmos dos diversos centros de trabalho. Os centros de trabalho da linha de montagem estarão balanceados entre si quando forem empregados a mesma demanda gerada pelo PMP (Plano Mestre de Produção), tanto para dimensionar os supermercados alimentadores entre os CT, como para gerar o tempo de ciclo (TC) que irá sinalizar as diferentes rotinas de operações padrão (ROP) de cada centro de trabalho. Esse balanceamento é executado pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção), coletivamente com a gerência da linha, pois, as decisões tomadas dependem do *know-how* do chão de fábrica.

3.8 Tempos predeterminados (tempos sintéticos)

Do ponto de vista de Corrêa e Corrêa (2008), os padrões de tempos predeterminados visam a eliminação da necessidade dos estudos de tempos, utilizando padrões anteriormente definidos, retirados de bancos de dados de sistemas denominados "Sistemas de Tempos e Movimentos Predeterminados". Esses sistemas são semelhantes aos *therbligs* e apoiam-se em micro movimentos básicos, utilizando-se de fatores de correção para alterações nas condições de trabalho.

Os movimentos de trabalho podem ser realizados de forma lenta ou rápida, logo, é necessário a medida da velocidade da operação executada, para uma correta interpretação dos tempos cronometrados. A velocidade do trabalhador para a realização de certa tarefa não é levada em conta no desenvolvimento dos métodos, foram criados padrões de tempos pré-determinados, consistindo em tempos médios ou ótimos, agregados a movimentos fundamentais ou básicos. (REIS, 1978).

Reis (1978), define duas hipóteses essenciais a serem desenvolvidas:

1. Qualquer que seja o movimento manual, é possível sua divisão em movimentos fundamentais, simultâneos ou sucessivos.
2. Um tempo médio de realização é dado a todos os movimentos básicos.

Segundo Reis (1978), destaca-se o sistema MTM ou "*Methods Time Measurement*" (medidas do tempo dos métodos), um procedimento que examina todos os movimentos básicos de uma operação manual e define um tempo padrão a cada movimento, dependendo sempre das condições naturais para realização dos mesmos.

Conforme Peinado e Graeml (2007), ao passo que uma empresa realiza estudo de tempos, estes vão ficando em arquivos. Esse arquivo permite que muitos tempos elementares e comuns possam ser utilizados futuramente, sem a necessidade de novas cronometragens. Com isso, se tem uma vantagem, pois, é possível calcular o tempo de realização do novo produto antes de colocá-lo em produção.

Barnes (1999), relata nove sistemas de tempos predeterminados e resume que devido à falta de informações e especificações de cada método feito para cada empresa em questão, é impossível saber quantos sistemas diferentes de tempos

predeterminados podem estar em uso nas organizações. Todavia, todos os métodos possuem muito em comum, em que pese o alto grau de especificação.

1. Tempos sintéticos para operações de montagem (1938);
2. Sistema fator trabalho (1938);
3. Sistema MTM – *Methods Time Measurement* (1948);
4. Sistema BTM – *Basic Time Measurement* (1950).

O sistema utilizado com mais frequência é o MTM, que usa as tabelas de tempos predeterminados, desenvolvidas em 1948, nos Estados Unidos, pelo *Methods Engineering Council* (Conselho de Engenharia de Métodos). O uso de sistemas do tipo MTM, possui diversas vantagens, entre as quais estão a precisão e a eliminação da avaliação do desempenho do operador. Mesmo quando a operação ainda está sendo projetada, o seu tempo de execução pode ser determinado. Por outro lado, a principal desvantagem está no treinamento exigido ao analista de tempos, para que consiga utilizar o sistema com proveito. Geralmente, é necessário um curso formal e muitas horas de prática para se atingir um estágio satisfatório de uso do sistema. (PEINADO e GRAEML, 2007).

3.8.1 Tempos históricos

Os tempos históricos estão relacionados aos estudos de tempos da empresa. Diversas operações distintas são realizadas nos processos produtivos durante os anos, com vários elementos em comum entre as atividades. Diante desses elementos em comum, o analista de tempos não terá a necessidade de cronometrar esses tempos novamente, para isso, o analista terá como base, um arquivo de dados registrados para cada vez que esses elementos em comum aparecerem. (MOREIRA, 2001).

Para Corrêa e Corrêa (2008), os registros históricos oferecem uma vantagem, pois, podem ser adquiridos de forma simples, através de registros guardados. Eles levam a uma estimativa sobre a capacidade de realização de trabalho em uma atividade, a quantidades produzidas e a duração do tempo gasto em uma tarefa. Porém, vale considerar que os padrões históricos são pouco objetivos, ao passo que

não fornecem informações relevantes, por exemplo, se o ritmo de trabalho anterior é válido ou não e, bem como, sobre condições especiais não relatadas no registro.

Os estágios para definição desse arquivo são definidos da seguinte forma, segundo Moreira (2001):

- a) Analisar a atividade a ser cronometrada, para detectar os seus elementos. Se possível, as atividades devem ser divididas em classes, segundo as semelhanças que possuem, pois, atividades pertencentes a uma mesma classe, tenderão a ter elementos iguais ou semelhantes;
- b) Examinar os arquivos e ver quais elementos já possuem seus tempos cronometrados;
- c) Usar a cronometragem direta para os elementos que não constam no arquivo;
- d) Somar os tempos dos elementos, para obter o tempo normal da atividade completa;
- e) Executar a tolerância devida para obter o tempo padrão.

O arquivo de dados históricos possui uma vantagem referente ao custo implicado na determinação de tempos, eliminando a necessidade de avaliar o desempenho do operador, pois, já existe um tempo arquivado e normalizado com a média de vários operadores lentos e rápidos. A desvantagem é que o arquivo de dados exige um cuidado com sua manutenção e constante atualização, podendo também, haver medidas erradas feitas no passado. (MOREIRA, 2001).

3.9 Fadigas

“Fadiga é o resultado de um desequilíbrio entre o dispêndio e a recuperação da energia despendida pelo organismo em atividades musculares ou mentais, num processo de diminuição do poder funcional dos órgãos.” (SIMCSIK, 2007, p. 23).

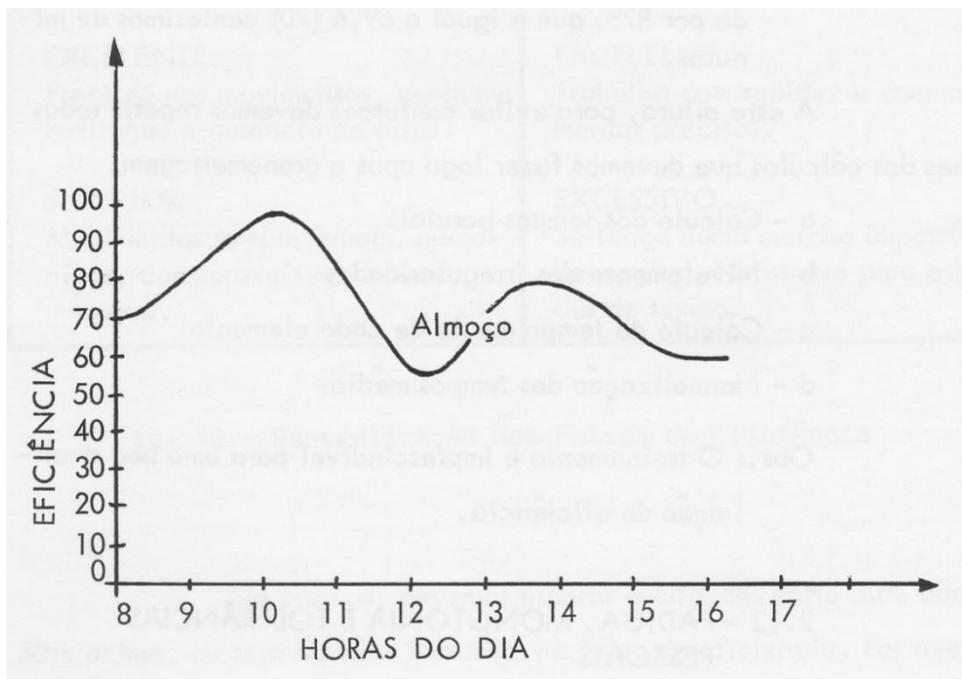
A fadiga é considerada como uma sensação de cansaço, mudança fisiológica no corpo e/ou diminuição da capacidade para a execução do trabalho. A sensação de cansaço é de comum natureza e está relacionada a longos períodos de trabalho. Esta sensação previne a exaustão física do trabalhador, que na maioria das vezes não está relacionada diretamente a fadiga fisiológica, pois, a pessoa pode estar trabalhando tão eficientemente, mesmo se sentindo cansada, ou se sentir normal e estar

trabalhando com baixa produtividade, em virtude da fadiga fisiológica. Deste modo, a sensação de cansaço torna-se uma condição injusta de julgamento do efeito do trabalho para com o trabalhador. (BARNES, 1977).

Toledo (1974), expõe que toda tarefa requer uma dose de energia por parte do funcionário, o esforço dos músculos, a posição do corpo, os movimentos repetitivos, a dedicação mental e entre outros fatores, determinam um estado fisiológico particular no organismo humano. Fadiga é um fenômeno de intoxicação dos tecidos musculares, causada pelo efeito do trabalho sobre o organismo do trabalhador, tendo como resultado a diminuição gradativa de sua capacidade de produção.

Pode-se observar na FIG. 3, a curva de rendimento de um dia normal de trabalho, de 8 horas e a grande variância produtiva dos colaboradores. Experiências feitas por fisiologistas mostram que nos períodos iniciais, o treinamento tende a aumentar o ritmo de trabalho. Porém, horas depois, a fadiga torna-se predominante, diminuindo o rendimento, consideravelmente. (TOLEDO, 2008).

Figura 3 - Curva de fadiga de um dia de trabalho de 8 horas



Fonte: Toledo (1974, p. 42).

Do ponto de vista de Barnes (1977), o fator fisiológico compara o corpo humano à uma máquina, consumindo combustível e produzindo energia. O trabalho físico afeta os mecanismos do corpo humano, como: aparelho circulatório, aparelho digestivo, músculos, sistema nervoso e aparelho respiratório, e podem ser afetados tanto

individual quanto conjuntamente. A fadiga se resulta do acúmulo de produtos secundários nos músculos e no fluxo sanguíneo, influenciando também o sistema nervoso central e os terminais dos nervos, isto reduz a capacidade de ação dos músculos, obrigando o trabalhador a diminuir o seu ritmo, quando cansado.

3.10 Especificação das tolerâncias

As tolerâncias não se aplicam ao tempo normal para uma tarefa, que é o tempo necessário que um trabalhador qualificado gasta para realizar a operação, em um ritmo normal. Todavia, uma pessoa não trabalha o dia todo sem interrupções, ela necessita de um tempo para descanso, para efetuar suas necessidades pessoais ou para motivos fora de seu controle. As tolerâncias para essas paradas de produção podem ser classificadas em: tolerância pessoal, tolerância para fadiga ou tolerância de espera. O tempo padrão deve conter todos os elementos da operação, ou seja, é igual ao tempo normal mais as tolerâncias. A tolerância não faz parte do fator ritmo, aplicando-a separadamente, os resultados obtidos serão mais satisfatórios. (BARNES, 1977).

Em trabalhos leves, para uma jornada de trabalho de oito horas diárias, sem intervalos de descanso pré-estabelecidos (exceto almoço, naturalmente) o tempo médio de parada, geralmente utilizado, varia de 10 a 24 minutos, ou seja, de 2% a 5% da jornada de trabalho. É importante observar que esta tolerância pode variar de indivíduo para indivíduo, de país para país, e de acordo com a natureza e ambiente de trabalho. Em geral, trabalhos mais pesados e ambientes quentes e úmidos requerem maior tempo para estas necessidades. (PEINADO E GRAEML, 2007, p. 102).

Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), nas empresas brasileiras são constatadas que uma tolerância utiliza entre 15% e 20% do tempo, para trabalhos normais, em condições normais no ambiente. A TAB. 3, exhibe as tolerâncias de trabalho para alívio da fadiga. Podem haver, também, paradas para a realização de manutenções e ajustes em máquinas, falta de material ou falta de energia. Essas situações estão fora do domínio do operador e as mais usuais são as esperas por trabalho. Esse tipo de tolerância não necessariamente deve fazer parte do tempo padrão. Caso este tempo de tolerância não esteja incluído no tempo padrão, o tempo de espera deve ser subtraído da capacidade disponível de homem/hora/máquina, na jornada de trabalho.

Muitas vezes, a tolerância é calculada em função dos tempos de permissão que a empresa está disposta a conceder. Obtemos o cálculo do fator de tolerância, através da equação 3.

$$FT = \frac{1}{1 - p} \quad (3)$$

Onde:

FT = Fator de tolerância

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

Tabela 3 - Tolerância de trabalho

DESCRIÇÃO	%	DESCRIÇÃO	%
A. Tolerâncias Invariáveis:		4. Iluminação deficiente	
1. Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4	b. bem abaixo do recomendado	2
B. Tolerâncias Variáveis		c. muito inadequada	5
1. Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas (Calor e umidade) – variáveis	0-10
2. Tolerância quanto à postura		6. Atenção cuidadosa	
a. ligeiramente desajeitada	0	a. trabalho razoavelmente fino	0
b. desajeitada (recurvada)	2	b. trabalho fino ou de precisão	2
c. muito desajeitada (deitada, esticada)	7	c. trabalho fino ou de grande precisão	5
3. Uso de força ou energia muscular (Erguer, puxar, ou levantar)		7. Nível de ruído:	
Peso levantado em quilos		a. contínuo	0
2,5	0	b. intermitente – volume alto	2
5,0	2	c. intermitente – volume muito alto	5
7,5	2	d. timbre elevado – volume alto	5
10,0	3	8. Estresse mental	
12,5	4	a. processo razoavelmente complexo	1
15,0	5	b. processo complexo, atenção abrangente	4
17,5	7	c. processo muito complexo	8
20,0	9	9. Monotonia	
22,5	11	a. baixa	0
25,0	13	b. média	1
27,5	17	c. elevada	4
30,0	22	10. Gral de tédio	
		a. um tanto tedioso	0
		b. tedioso	2
		c. muito tedioso	5

Fonte: Stevenson (2001, p. 247) apud Peinado e Graeml (2007, p. 102).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O método científico é a maneira pela qual se constrói os conhecimentos na área da ciência, sendo tangível que o método seja exclusivo para todos os saberes. O conhecimento científico e a continuidade de seus estágios caracterizam um método científico.

O método utilizado no trabalho é o estudo de caso, o qual se define como uma estratégia que considera a compreensão como parte do assunto abordado. São apurados todos os aspectos nessa estratégia. Para Gil (1988), o estudo de caso é evidenciado pelo estudo profundo e extenuante de um ou de poucos objetos, de modo que possibilite seu amplo e minucioso conhecimento.

Godoy (1995) conceitua o estudo de caso como um tipo de pesquisa, cuja a finalidade é analisar intensamente determinada unidade e objetiva o exame preciso de um ambiente, uma situação particular ou de um simples indivíduo.

A pesquisa desenvolvida no trabalho foi elaborada pelo método bibliográfico, através de livros e artigos científicos, nos quais foram recolhidos informações e conhecimentos a respeito de um problema a ser respondido, para melhor compreensão do tema proposto.

A pesquisa científica é classificada como explicativa, pois, tem como preocupação principal identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos e tem o objetivo de esclarecer e descobrir as possíveis falhas no processo, suas causas e por qual razão acontecem. Quanto à forma de discussão, é quantitativa, uma vez que serão usadas medições de tempos para analisar e qualificar as informações. De outro modo, é também qualitativa, dado que as informações assumem diferentes significados, com base na presença ou ausência de alguma qualidade ou característica.

4.1 Local de realização do trabalho

O presente estudo foi realizado em uma empresa do seguimento de recapagem de pneus, localizada na cidade de Formiga/MG, especializada na reforma e reparação de pneus rodoviários e de carga (OTR - *off-the-road*, ou seja, “fora de estrada”). A empresa é de pequeno porte e possui cerca de 50 funcionários, e atua com

profissionais qualificados e capacitados para os trabalhos de venda de serviços e assistência técnica direto nas empresas.

4.2 Escolha da Amostra

Foi feito um acompanhamento no chão de fábrica da empresa em estudo e as medições serão feitas, através de tempos cronometrados. A empresa possui dois turnos de produção: de segunda a sexta-feira com o turno diurno, no horário de 8:00 às 17:00 horas e com o turno noturno, de 21:00 às 6:00 horas. Por sua vez, no sábado, o turno diurno desempenha suas atividades de 7:00 às 11:00 horas, totalizando 44 horas semanais. Não há expediente aos sábados, para o turno noturno.

Foi feita uma confrontação de dados dos dois turnos de produção, com base na cronoanálise, para se obter o aumento da produtividade, através da identificação de possíveis gargalos, atrasos, ou problemas na operação. Todavia, o estudo foi focado apenas no setor de cobertura, por ser um setor de grande importância para o processo.

Foram levados em consideração indicadores como: tempo real, tempo normal e tempo padrão, ritmo de trabalho e fadiga, para determinação do melhor tempo gasto na cobertura do pneu.

4.3 Método de coleta de dados

O método utilizado foi a cronometragem como ferramenta de coleta de dados, utilizando materiais como: cronômetro centesimal, prancheta e folhas de observações. Foram extraídas informações do banco de dados do *software* MRP de controle da empresa, denominado CIGAM, no qual será feito um levantamento da quantidade de pneus reformados desde janeiro de 2015 à presente data de realização deste trabalho, com a finalidade de se obter o tamanho da amostra e a média da situação em estudo.

O setor de cobertura foi delimitado para análise neste trabalho, por se tratar de uma operação de suma importância do processo. É na cobertura que se aplica e define o acabamento do pneu.

O operador deve posicionar corretamente a banda pré-moldada sobre a banda de rodagem do pneu, as áreas escareadas devem ser preenchidas com ligação perfil (borracha), sem excessos, a fim de evitar o escorrimo da borracha no momento da

vulcanização. Excessos na aplicação da borracha e a banda mal aplicada acarretam em um pneu esteticamente feio e sem acabamento, provocando até mesmo perdas e retrabalhos, ocasionando gastos supérfluos.

Os clientes da empresa são exigentes nesse quesito, pneus sem um bom acabamento, não são aceitos no mercado rodoviário e um alto índice de reclamações geram mal-estar na parceria entre as partes, podendo, até mesmo, ocasionar a perda do cliente.

O setor de cobertura possui três funcionários, dois trabalhando no turno diurno e um trabalhando no turno noturno. Foram feitas 20 observações de tempos cronometrados para cada operador, 10 medições para pneus de tamanho 1200R24 (OTR - *off-the-road*) e 10 medições para pneus de tamanho 295/80R22,5 (rodoviário). Os pneus 1200R24 e 295/80R22,5 tratam-se do maior mix produtivo da empresa, por isso, foram escolhidas para análise no fluxo da operação.

4.4 Método de análise

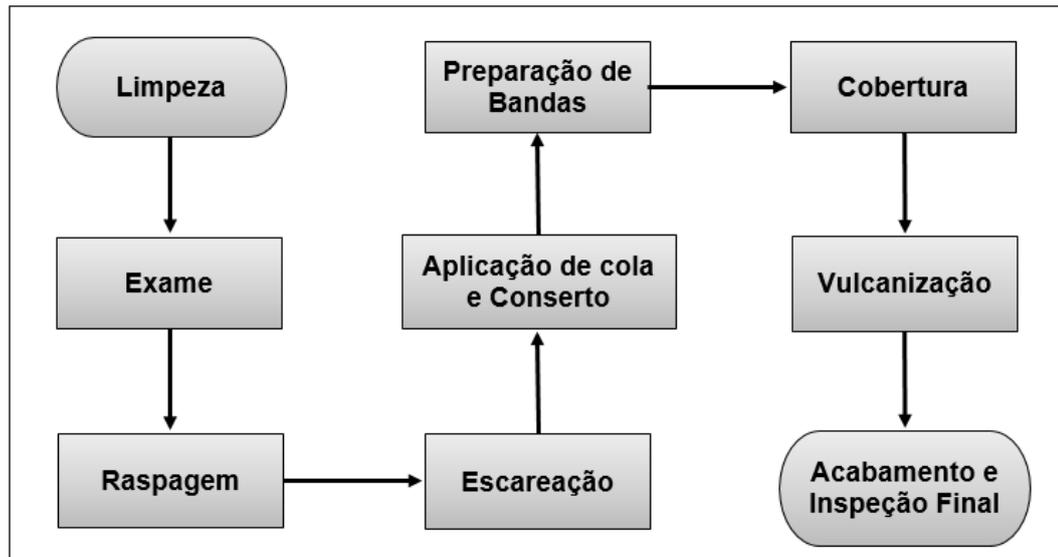
Para uma melhor interpretação de alguns dados quantitativos, foram utilizadas ferramentas computacionais, tais como os *softwares* Excel e Word, nos quais foram elaboradas tabelas, quadros e gráficos, facilitando a compreensão e a interpretação dos dados.

A partir dos dados fornecidos por estes recursos, foi possível identificar qual a melhor maneira de executar o serviço e o seu tempo ideal, a fim de eliminar perdas durante o processo.

4.5 Fluxo de atividades na reforma de pneus

Desde a chegada do pneu, no pátio da empresa, até o momento que ele sai reformado, o pneu passa por várias etapas e setores diferentes. Cada setor tem sua atividade definida, desempenhada por profissionais treinados, com objetivo de executar o serviço corretamente e com qualidade.

Figura 4 - Sequenciamento de atividades da linha de produção



Fonte: Próprio autor (2015).

O fluxo das atividades durante o processo produtivo na reforma de pneus a frio, ilustrado na FIG. 4, ocorre da seguinte forma:

- **Limpeza:**

Tem como objetivo facilitar a inspeção da carcaça e manter limpos os sucessivos setores da reformadora. Nesta etapa do processo de reforma de pneus, é removida toda a sujeira contida interna e externamente nos pneus, através de aspiração e escovação com escova de aço rotativa.

- **Exame:**

Esse processo visa selecionar as carcaças que estejam em condições de reforma ou conserto. O local para este trabalho deve ser bem iluminado, para facilitar a visualização de todas as avarias. Nesta etapa, verificam-se os talões, o ombro, as laterais e a banda de rodagem da carcaça.

- **Raspagem:**

Etapa que remove a parte remanescente da banda de rodagem, deixando a carcaça com as dimensões corretas, para aplicação da nova banda de rodagem. O

local deve ser amplo, com iluminação adequada e possuir sistema de exaustão de pó e fumaça. É fundamental que a superfície raspada esteja limpa e com a textura correta para proporcionar uma ótima aderência da nova banda de rodagem. É nesta etapa que se obtém o padrão da reforma de um pneu.

- **Escareação:**

Estágio que limpa e prepara todas as avarias que atingiram a carcaça, sejam elas no talão (somente borracha), lateral, ombro e banda de rodagem. O local deve estar munido de suporte para a preparação do pneu, boa iluminação e sistema de exaustão de pó e fumaça.

- **Aplicação de Cola / Conserto:**

Tem como propósito facilitar a união da ligação do pré-moldado com a carcaça, através da aplicação de cola. Antes disso, é necessário reexaminar a carcaça, avaliando as etapas anteriores. O ambiente deve ser limpo, sem contato com pó e umidade, com boa ventilação e/ou exaustão.

- **Preparação de Bandas:**

Objetiva a preparação da banda pré-moldada para aplicação na carcaça. O local deve estar limpo, sem contato com pó, umidade e gorduras.

- **Cobertura:**

Nesse momento, o objetivo é repor ao pneu, a borracha desgastada na rodagem e na raspagem. O setor deve ser bem iluminado e isento de impurezas. Esta etapa é muito importante, pois, aqui se obtém um ótimo acabamento.

- **Vulcanização:**

Proporciona a adesão entre a banda pré-moldada e a carcaça, mediante a vulcanização da camada de ligação. O local deve ser amplo para permitir a distribuição dos equipamentos e acessórios. Todos os equipamentos que controlam tempo, temperatura e pressão, devem ser aferidos periodicamente para garantir a qualidade final do pneu reformado.

- **Acabamento / Inspeção Final:**

Tem como objetivo garantir que o pneu reformado esteja em conformidade. Após a inspeção final, o pneu está pronto para ser entregue ao cliente.

4.6 Descrição dos métodos utilizados na produção da empresa

O processo produtivo da empresa destaca-se pelo sistema contínuo, os pneus possuem uma sequência linear de produção e fluem de um posto de trabalho a outro, numa sequência prevista por *setups* e por diversificação de produtos. Um exemplo claro disso é que no processo de recapagem, cada pneu é único, em razão de suas condições.

Existem pneus de várias bitolas, isso gera um *setup* na máquina roletadeira, pois, de acordo com o aro do pneu deve-se trocar a roda da máquina. Um tempo de espera existente, é na aplicação de cola, visto que após aplicá-la, deve-se esperar em torno de 20 minutos para a secagem.

Outro exemplo de tempo de espera, é o tempo de vulcanização do pneu, que leva entre 2 horas e meia a 3 horas, todos esses exemplos costumam causar filas.

O sistema funciona por produção "*make to order*", isto é, produção sob encomenda, no qual o serviço só começa a ser produzido após o envio da ordem de compra pelo cliente e aprovada pela empresa.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

Neste capítulo, como previsto no referencial teórico, foi feita a análise do processo produtivo da empresa em estudo, a fim de discorrer sobre os possíveis resultados da aplicação da cronoanálise na produção.

A pesquisa com foco na cronoanálise, contempla conceitos e conhecimentos adquiridos ao longo de um vasto estudo sobre o tema, com base em autores renomados, onde primeiramente, apresenta-se a interpretação do processo produtivo da empresa, visando a identificação dos procedimentos por ela utilizados, quanto às práticas da produção, para posteriormente haver uma análise no setor de cobertura em estudo, finalizando com possíveis alternativas a fim de eliminar ou minimizar erros cometidos pelo operador da máquina.

5.1 Descrição e interpretação do processo produtivo

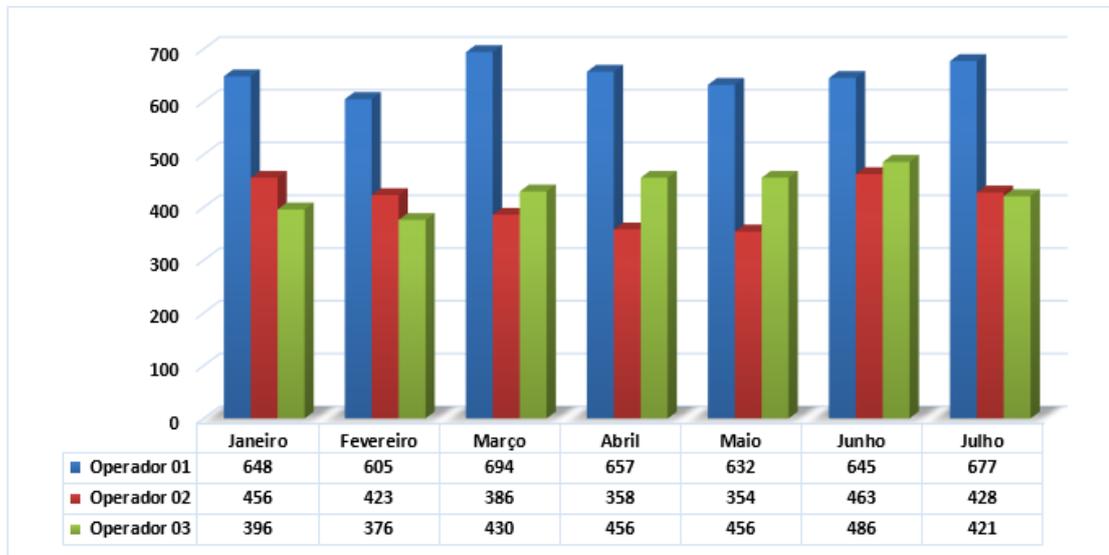
A recapagem de pneus é constituída pela substituição da banda de rodagem, que é a parte do pneu que entra em contato direto com o solo. A recapagem pode ser considerada uma atividade enquadrada no setor terciário que, também, se destaca pela sua capacidade de auxiliar o crescimento e o desenvolvimento de cidades e empresas de uma forma geral. Esta, atua reduzindo relevantemente os custos gerados pelos veículos, custos de logística para as empresas que atuam no setor industrial ou no comércio e os custos dos serviços prestados nas empresas que atuam no setor de transporte de passageiros ou de cargas, considerando o fato de que no país, a maioria dos transportes de carga são feitos pelas rodovias.

A empresa realiza o processo de reforma de pneus a frio ou pneus vulcanizados em autoclave. A vulcanização é o processo pelo qual se “cozinha” o pneu, momento no qual é proporcionada a adesão entre a banda pré-moldada, ou seja, com o desenho já definido e a carcaça, mediante a vulcanização da camada de ligação.

5.2 Coleta de dados

A quantidade de pneus cobertos por cada operador na empresa, no período de Janeiro a Julho de 2015, é apresentada no gráfico. (GRAF. 1).

Gráfico 1 - Quantitativo de pneus cobertos por operador (Janeiro a Julho – 2015)



Fonte: Próprio autor (2015).

Cada pneu é único, em razão de suas características. Pneus que rodam em operações mais agressivas, como mineração e metalurgia, são bastante danificados, causando grande número de cortes em sua lateral, provocados por impactos na operação. Pneus que rodam acima do limite de horas e são retirados dos caminhões, após o limite máximo recomendado para a recapagem, provocam danos excessivos em sua banda de rodagem, causando picotamentos que podem chegar até as cintas de aço do pneu. Pneus nessas condições, demandam um maior tempo de preparo, pois, todos os cortes e danos devem ser escareados e, conseqüentemente, preenchidos com borracha no setor de cobertura. Pneus rodoviários não apresentam essas condições, já que a grande maioria roda apenas em estradas, possuem poucos consertos e, logo, demandam menos tempo no processo de recapagem, influenciando em um menor tempo gasto na cobertura do pneu.

Os tempos em minutos, cronometrados de cada operador, foram transcritos para as, (FIG. 5), (FIG. 6) e (FIG. 7).

Figura 5 - Folha de observações 1

FOLHA DE OBSERVAÇÕES														
Tarefa: Cobertura			Localização: Setor de Cobertura						Operador: Operador 01					
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1200R24	Tempo Real	6,31	7,43	6,02	3,56	5,38	3,54	5,51	5,28	6,01	6,06	5,51		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													
295/80R22.5	Tempo Real	3,29	4,02	3,17	4,25	3,51	4,57	5,58	5,02	7,23	4,51	4,52		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													

Tempo padrão para a tarefa

Fonte: Próprio autor (2015).

Figura 6 - Folha de observações 2

FOLHA DE OBSERVAÇÕES														
Tarefa: Cobertura			Localização: Setor de Cobertura						Operador: Operador 02					
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1200R24	Tempo Real	7,05	11,11	10,31	9,51	13,46	12,22	10,46	11,03	8,07	9,59	10,28		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													
295/80R22.5	Tempo Real	6,16	5,35	7,53	9,14	7,34	8,24	6,08	7,41	6,33	7,18	7,08		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													

Tempo padrão para a tarefa

Fonte: Próprio autor (2015).

Figura 7 - Folha de observações 3

FOLHA DE OBSERVAÇÕES														
Tarefa: Cobertura			Localização: Setor de Cobertura						Operador: Operador 03					
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1200R24	Tempo Real	5,48	5,43	8,59	8,54	8,48	8,08	10,28	5,37	8,51	6,54	7,53		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													
295/80R22.5	Tempo Real	5,58	5,44	5,15	6,13	4,51	5,27	6,40	7,55	6,25	5,54	5,78		
	Eficiência (%)													
	Tempo Normal													

Tempo padrão para a tarefa

Fonte: Próprio autor (2015).

Depois de cronometrar os tempos de cada operador, foi calculado o tempo normal e o tempo padrão de cada pneu, levando em consideração a eficiência do trabalhador no desempenho da atividade e suas tolerâncias de trabalho, a fim de se encontrar o tempo padrão para a atividade de cobertura do pneu. Os resultados obtidos foram transcritos nas, (FIG. 8), (FIG. 9) e (FIG. 10).

A eficiência foi definida conforme o ritmo normal do operador, avaliado pela sua velocidade na operação. A tolerância de trabalho levou em conta o tempo de interrupções no trabalho, sejam elas para tolerância pessoal, tolerância para fadiga ou tolerância de espera e foi calculada em função dos tempos de permissão que a empresa concede. O fator de tolerância foi estabelecido pela equação 3. O tempo normal foi calculado, de acordo com a equação 1 e o tempo padrão, de acordo com a equação 2, descritas no referencial teórico. Logo, o tempo padrão para a tarefa foi definido pela média do tempo padrão encontrado nos dois pneus escolhidos para o estudo.

Figura 8 - Folha de observações 1.1

FOLHA DE OBSERVAÇÕES															
Tarefa: Cobertura		Localização: Setor de Cobertura										Operador: Operador 01			
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1200R24	Tempo Real	6,31	7,43	6,02	3,56	5,38	3,54	5,51	5,28	6,01	6,06	5,51			
	Eficiência (%)	90	85	90	100	95	100	95	95	90	90				
	Tempo Normal	5,68	6,32	5,42	3,56	5,11	3,54	5,23	5,02	5,41	5,45	5,07	32%	6,70	
295/80R22.5	Tempo Real	3,29	4,02	3,17	4,25	3,51	4,57	5,58	5,02	7,23	4,51	4,52			
	Eficiência (%)	100	95	100	95	100	95	90	90	85	95				
	Tempo Normal	3,29	3,82	3,17	4,04	3,51	4,34	5,02	4,52	6,15	4,28	4,21	32%	5,56	
													Tempo padrão para a tarefa		6,13

Fonte: Próprio autor (2015).

Figura 9 - Folha de observações 2.1

FOLHA DE OBSERVAÇÕES														
Tarefa: Cobertura			Localização: Setor de Cobertura							Operador: Operador 02				
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1200R24	Tempo Real	7,05	11,11	10,31	9,51	13,46	12,22	10,46	11,03	8,07	9,59	10,28		
	Eficiência (%)	100	85	90	95	80	80	90	85	100	95			
	Tempo Normal	7,05	9,44	9,28	9,03	10,77	9,78	9,41	9,38	8,07	9,11	9,13	32%	12,05
295/80R22.5	Tempo Real	6,16	5,35	7,53	9,14	7,34	8,24	6,08	7,41	6,33	7,18	7,08		
	Eficiência (%)	95	100	90	80	90	85	95	90	95	90			
	Tempo Normal	5,85	5,35	6,78	7,31	6,61	7,00	5,78	6,67	6,01	6,46	6,38	32%	8,42
												Tempo padrão para a tarefa		10,24

Fonte: Próprio autor (2015).

Figura 10 - Folha de observações 3.1

FOLHA DE OBSERVAÇÕES														
Tarefa: Cobertura			Localização: Setor de Cobertura							Operador: Operador 03				
Pneu (medida)		Observação										Tempo Básico Médio	Tolerância	Tempo Padrão do Pneu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1200R24	Tempo Real	5,48	5,43	8,59	8,54	8,48	8,08	10,28	5,37	8,51	6,54	7,53		
	Eficiência (%)	100	100	90	90	90	90	80	100	90	95			
	Tempo Normal	5,48	5,43	7,73	7,69	7,63	7,27	8,22	5,37	7,66	6,21	6,87	34%	9,20
295/80R22.5	Tempo Real	5,58	5,44	5,15	6,13	4,51	5,27	6,40	7,55	6,25	5,54	5,78		
	Eficiência (%)	95	95	95	90	100	95	90	85	90	95			
	Tempo Normal	5,30	5,17	4,89	5,52	4,51	5,01	5,76	6,42	5,63	5,26	5,35	34%	7,16
												Tempo padrão para a tarefa		8,18

Fonte: Próprio autor (2015).

5.3 Análise dos dados

A partir dos dados coletados, verificou-se que a média dos tempos gastos na cobertura do pneu foi diferente para cada operador. O tempo padrão para o operador 01 foi definido em 6,13 min., para o operador 02 em 10,24 min. e, por fim, para o operador 03 em 8,18 min.

Com base na quantidade de pneus cobertos por cada operador na empresa, no período de janeiro a julho de 2015, foi feito o cálculo com o objetivo de encontrar o tempo real gasto, de cada um dos operadores, no desempenho da atividade e, conseqüentemente, encontrar possíveis perdas durante o processo. A empresa dispõe de uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, totalizando 480 min. disponíveis.

A TAB. 4 mostra o resultado para o operador 01.

Tabela 4 - Produção real - operador 01

Operador 01	Mês							TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	
Pneus Cobertos	648	605	694	657	632	645	677	4.558
Dias Trabalhados	23,5	21	24	22,5	23	23	25	162
Minutos no mês	11.280	10.080	11.520	10.800	11.040	11.040	12.000	77.760
Minutos p/ pneu	17,41	16,66	16,60	16,44	17,47	17,12	17,73	17,06

Fonte: Próprio autor (2015).

O tempo real médio gasto para a cobertura do pneu é de 17,06 min., o que mostra uma perda de 10,93 min., com base no tempo padrão.

A TAB. 5 ilustra o resultado para o operador 02.

Tabela 5 - Produção real - operador 02

Operador 02	Mês							TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	
Pneus Cobertos	456	423	386	358	354	463	428	2.868
Dias Trabalhados	23,5	21	24	22,5	23	23	25	162
Minutos no mês	11.280	10.080	11.520	10.800	11.040	11.040	12.000	77.760
Minutos p/ pneu	24,74	23,83	29,84	30,17	31,19	23,84	28,04	27,11

Fonte: Próprio autor (2015).

O tempo real médio gasto para a cobertura do pneu é de 27,11 min., o que revela uma perda de 16,87 min., com base no tempo padrão.

A TAB. 6 mostra o resultado para o operador 03.

Tabela 6 - Produção real - operador 03

Operador 03	Mês							TOTAL
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	
Pneus Cobertos	396	376	430	456	456	486	421	3.021
Dias Trabalhados	23,5	21	24	22,5	23	23	25	162
Minutos no mês	11.280	10.080	11.520	10.800	11.040	11.040	12.000	77.760
Minutos p/ pneu	28,48	26,81	26,79	23,68	24,21	22,72	28,50	25,74

Fonte: Próprio autor (2015).

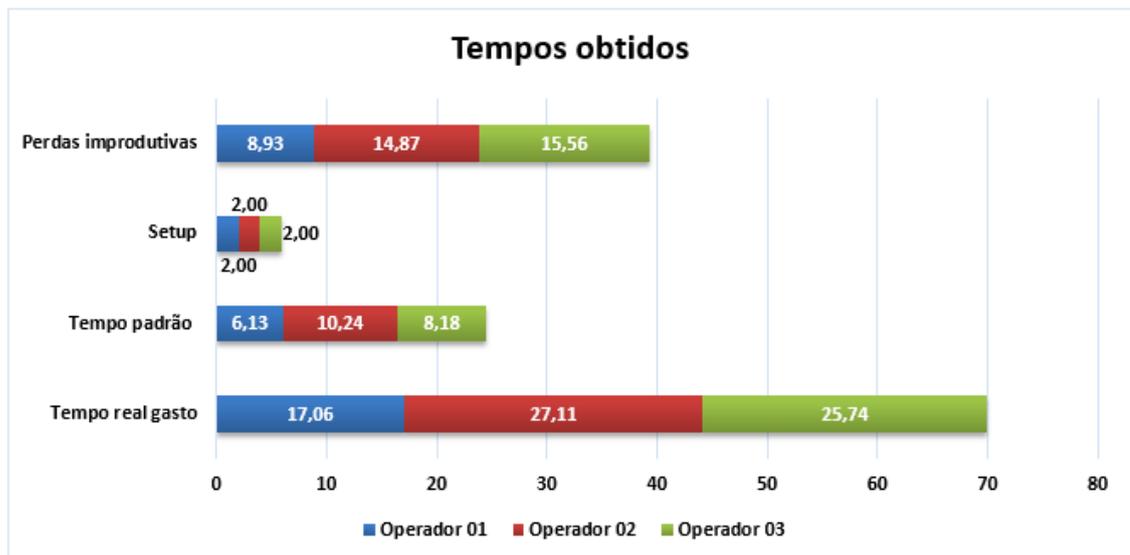
O tempo real médio gasto para a cobertura do pneu é de 25,74 min, o que evidencia uma perda de 17,56 min., com base no tempo padrão.

Deve-se levar em conta as paradas planejadas para o desempenho da atividade. Torna-se importante enfatizar, também, que a manutenção da máquina é feita após o expediente de serviço dos cobridores, para não haver parada de produção e perda de tempo que comprometa a produtividade.

A cada pneu coberto o operador da máquina roleteira tem um tempo de *setup* para realizar a troca para o próximo pneu. Se o pneu tiver a bitola do aro diferente do anterior, deve-se, também, trocar a roda da máquina roleteira para a cobertura do próximo pneu. O tempo médio de *setup* gasto entre um pneu e outro é de 2 min. Esse tempo deve ser somado ao tempo padrão encontrado para a cobertura do pneu e, juntos, subtraídos do tempo real que o operador está gastando na cobertura do mesmo. Durante o tempo de aplicação da cronoanálise, não houve nenhuma quebra de maquinário ou outras intempéries que afetassem as medições de tempos.

O GRAF. 2 ilustra as perdas improdutivas de cada operador, comparando-as no desempenho da função.

Gráfico 2 - Comparativo de tempos



Fonte: Próprio autor (2015).

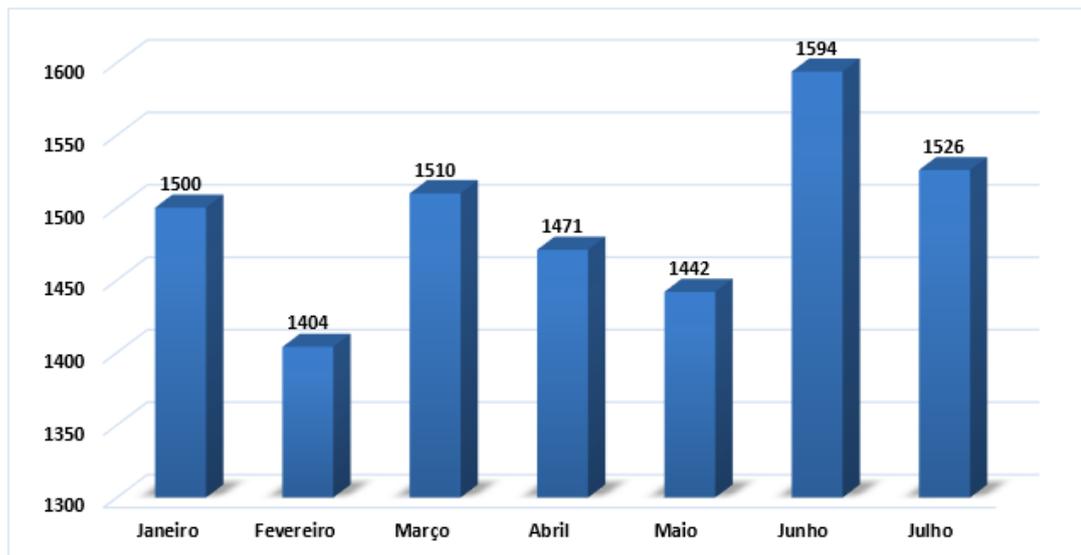
Comparando os resultados, verificou-se que o operador 01 é mais eficiente que o operador 02 e 03, por sua vez, o operador 03 é mais eficiente que o 02, levando em conta o tempo real gasto por cada um. Conseqüentemente, o operador 01 é o que mais produz para a empresa.

Vale ressaltar alguns pontos importantes que podem ser influenciados para a melhor produtividade do operador 01 e que foram analisados durante a cronoanálise em estudo, são eles:

- O operador 01 é o que tem mais experiência e tempo de casa;
- O operador 03 é o que trabalha no turno noturno, em condições diferentes aos do turno diurno;
- O operador 01 e 03 trabalham na mesma máquina roletadeira;
- O operador 02 trabalha em uma máquina roletadeira diferente dos outros dois operadores, mais antiga e de mais difícil manuseio na operação;
- O operador 02 é menos experiente, visto que entrou a pouco tempo na empresa;

A empresa possui uma capacidade de projeto de 2116 pneus reformados ao mês e define como meta a reforma de 1900 pneus. Pode-se observar no GRAF.3, a produção mensal de janeiro a julho de 2015.

Gráfico 3 – Quantidade de pneus reformados em 2015



Fonte: Próprio autor (2015).

O setor anterior ao setor de cobertura, a escareação, trabalha atualmente com 4 escareadores. Cada um tem uma capacidade de produção para escarear, em média, 21 pneus, com total de 84 pneus por dia, para abastecer o setor de cobertura. Portanto, cada operador deve cobrir 28 pneus. Caso os operadores consigam atingir

a meta de cobrir 84 pneus por dia, a meta da empresa de pneus reformados no mês, será cumprida.

Pode-se observar na TAB. 7, a relação entre a capacidade de produção e a produção realizada de cada operador.

Tabela 7 - Relação entre capacidade de produção e produção realizada

	Operador 01	Operador 02	Operador 03
Minutos de trabalho por dia	480	480	480
Tempo real gasto	17,06	27,11	25,74
Tempo padrão	6,13	10,24	8,18
Setup	2,00	2,00	2,00
Capacidade de produção (pneus/dia)	59	39	47
Produção realizada (pneus/dia)	28	17	18

Fonte: Próprio autor (2015).

- O operador 01 tem uma capacidade de produção de 59 pneus/dia e está produzindo 28.
- O operador 02 tem uma capacidade de produção de 39 pneus/dia e está produzindo 17.
- O operador 03 tem uma capacidade de produção de 47 pneus/dia e está produzindo 18.

Desta forma, o setor de cobertura está produzindo em média 63 pneus por dia, não cumprindo a meta estipulada de 84 pneus para o setor.

Analisando o fluxo de produção, apenas o operador 01 está sendo eficaz em sua função, atendendo as necessidades da empresa e cumprindo com sua meta diária. Foi possível detectar o gargalo nos operadores 02 e 03, que estão deixando de cobrir juntos, 21 pneus por dia, não cumprindo com sua meta de 28 pneus/dia, restringindo e limitando o processo produtivo da empresa.

Sugere-se então, uma reciclagem nos operadores 02 e 03, pelo fato de estarem causando muita perda produtiva, o que de acordo com as técnicas de cronoanálise aplicadas e com o cálculo do tempo padrão de cada um no desempenho de sua atividade, ambos possuem capacidade para atingir a meta estabelecida para o setor, de 28 pneus por operador.

Também, sugere-se o investimento na aquisição de uma nova máquina roletadeira, a ser alocada para o operador 02, melhor ou igual a que os operadores 01 e 03 trabalham, a fim de nivelar o serviço executado e padronizar o trabalho do setor de cobertura, visto que o operador 02 possui uma desvantagem, trabalhando em uma máquina roletadeira considerada obsoleta para os padrões atuais.

É necessário realizar treinamentos e definir um procedimento padrão a ser seguido, para diminuir ou eliminar os tempos ociosos de produção, podendo assim, exigir ao máximo a capacidade de produção que cada operador possui para desempenhar a operação de cobertura do pneu.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após estudos realizados na empresa, direcionados por embasamentos teóricos expostos no referencial, foram feitas análises que deram princípios para a conclusão dos objetivos propostos neste trabalho, no qual infere-se que a aplicação da cronoanálise é um método eficaz quando o objetivo é aumentar a produtividade, visto que ela tem a função de mensurar e determinar as reais capacidades produtivas, determinar o tempo padrão da operação e eliminar tempos improdutivo.

As cronometragens feitas no setor de cobertura, constataram grandes perdas durante o processo, ociosidade de tempos e falta de padronização do serviço executado. Os operadores 02 e 03 estão restringindo o processo produtivo e causando um gargalo na produção final de pneus reformados. A definição do tempo padrão foi essencial para que houvesse um balanceamento da linha de produção, aproveitando ao máximo a capacidade de produção dos operadores, gerando economias para a racionalização de recursos, tendo em vista que somente o operador 01 está sendo eficaz e atendendo as necessidades da empresa. Com relação a análise da capacidade de produção x produzido, verificou-se que cada operador tem a capacidade de produzir mais que o dobro do que estão produzindo.

Foram sugeridas propostas para melhorias no serviço de cobertura, o qual apresentou deficiências na operação. Tais propostas diminuirão o tempo de *setup* entre a cobertura de um pneu e outro, aumentando a produtividade e fazendo com que a meta mensal de pneus reformados seja cumprida, desde que haja demanda de pneus coletados, disponíveis para reforma. A realização de treinamentos técnicos ensinará o operador a desempenhar corretamente sua função, bem como o investimento em novos maquinários, para substituição aos já obsoletos, proporcionará melhor condição de trabalho ao operador.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que é possível aumentar a produtividade, aplicando as técnicas de cronoanálise, a qual tem papel imprescindível no planejamento de produção, pois, através desta é factível a elaboração de cronogramas para a entrega dos pneus, nas datas acordadas, em contrato com os clientes, garantindo satisfação e fidelização do mesmo, conseqüentemente, aumentando o faturamento da empresa.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- BURBIDGE, J. L. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1988.
- GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. In: Revista de Administração de Empresas. São Paulo: v.35, nº 2, abr. 1995.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001
- MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UNICENP, 2007.
- REIS, D. R. A. dos. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1978.
- ROBBINS, S. P. **Administração**: Mudanças e perspectivas. São Paulo: Saraiva, 2002.
- ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makrom Books, 1995.
- SILVA, R. O. da. **Teorias da administração**. São Paulo: Pioneira, 2001.
- SIMCSIK, T. **Excelência em OMIS**: organizações & métodos: informações & sistemas. São Paulo: Clube de Autores, 2007.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.
- TOLEDO Jr, Itys Fides Bueno e KURATOMI, Shoei. **Cronoanálise**: organizações e métodos: projetos industriais. São Paulo: Teco Reproduções Gráficas, 1974.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2008.

VICENTE, J. **O tom da cronoanálise**: tempo organização e método. São Paulo: Clube de Autores, 2010.