

**LUCAS JUNQUEIRA SOLÉ**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE UM PROCESSO  
OPERACIONAL DE MONTAGEM EM UMA FÁBRICA  
DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**2018**

**LUCAS JUNQUEIRA SOLÉ**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE UM PROCESSO OPERACIONAL  
DE MONTAGEM EM UMA FÁBRICA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso**  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
Mecânica como requisito parcial para a obtenção  
do título de **BACHAREL EM ENGENHARIA  
MECÂNICA.**

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

**UBERLÂNDIA - MG**

**2018**

**LUCAS JUNQUEIRA SOLÉ**

**ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE DE UM PROCESSO OPERACIONAL DE MONTAGEM  
EM UMA FÁBRICA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
**APROVADO** pelo Programa de Graduação em  
Engenharia Mecânica da Universidade Federal de  
Uberlândia.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Éder Silva Costa (ESTES/FEMEC/UFU)

---

Prof. Eng. Freddy Alejandro Morales Portillo (Mestrando – FEMEC/UFU)

---

Prof. Dr. Wisley Falco Sales (FEMEC/UFU) – Orientador

**Uberlândia, 13 de dezembro de 2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço todo o apoio da minha família durante a trajetória da minha graduação, pelo esforço depositado em minha vida acadêmica e suporte incondicional nos momentos em que precisei.

Agradeço pela oportunidade de aprender e conviver com meus professores, especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Wisley Falco Sales, que com empenho e paciência me guiou no decorrer deste trabalho.

Agradeço também a todos que contribuíram de forma a agregar neste trabalho, em especial aos meus amigos, e agora colegas de profissão, Arthur Araújo Cunha, pelo suporte dentro da empresa para que eu pudesse ter acesso às informações e condições de desenvolver as análises, e Bernardo Henrique de Moraes Rodrigues, pelas discussões sobre o tema e pelas dúvidas sanadas.

Por fim, agradeço aos meus amigos e a todos que convivi e pude aprender, pois com certeza contribuíram para a finalização deste curso de graduação, que inicia agora uma nova etapa na busca pelo sucesso e realizações profissionais.

SOLÉ, L. J. **Análise de Produtividade de um Processo Operacional de Montagem em uma Fábrica de Máquinas Agrícolas**. 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

### Resumo

A industrialização e o próprio desenvolvimento da produção industrial ao longo do tempo geraram demandas constantes aos empresários para otimizar e tornar cada vez mais eficiente seu método produtivo. Diante desta necessidade, diversas práticas e técnicas foram desenvolvidas, com o intuito de detectar, medir, interpretar e melhorar métodos produtivos, buscando sempre um aumento do lucro. Este trabalho buscou abordar e aplicar algumas destas técnicas em um processo que compõe a linha de produção de uma máquina agrícola, colhendo e interpretando dados, discutindo e propondo soluções de melhoria. Para tal, foram apresentadas as teorias e ferramentas principais, selecionadas as mais adequadas para o estudo e aplicadas ao problema em análise. O problema em questão estava relacionado à baixa produtividade de um posto na linha de montagem de uma colhedora de cana. Foram feitas medições de produtividade do setor de montagem da fábrica em dois períodos diferentes e, a partir delas, comparações com a meta da empresa. Assim, foi possível identificar quedas de produtividade, tanto no setor como um todo quanto no posto em específico, e os fatores que influenciaram negativamente. Foi identificado um erro no tempo padrão do processo desse posto e, após feita a correção do mesmo, notou-se que o mesmo estava performando de acordo com o esperado. Além disso, o trabalho mostrou a influência da produtividade do setor no bônus de pagamento aos operadores. Por fim, foi possível concluir que os indicadores de produtividade são de extrema importância para a gestão de uma linha de produção e que se deve ter atenção ao aplicá-los e analisá-los.

---

*Palavras Chave: Indicadores de Produtividade, Racionalização do Trabalho, Sistemas de Produção, Melhoria Contínua, Produção de Máquinas Agrícolas, Produtividade.*

SOLÉ, L. J. **Análise de Produtividade de um Processo Operacional de Montagem em uma Fábrica de Máquinas Agrícolas.** 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

### **Abstract**

Industrialization and the very development of industrial production over time have generated constant demands on entrepreneurs to optimize and make their production method more and more efficient. Given this need, several practices and techniques have been developed, with the aim of detecting, measuring, interpreting and improving productive methods, always seeking an increase in profit. This work sought to approach and apply some of these techniques in a process that composes the production line of an agricultural machine, collecting and interpreting data, discussing and proposing improvement solutions. For that, the main theories and tools were selected and the most suitable for the study applied to the problem under analysis. The problem in question was related to the low productivity of a station on the assembly line of a sugar cane harvester. Productivity measurements were taken from the plant assembly sector in two different periods and, from them, comparisons with the company's goal. Thus, it was possible to identify productivity declines, both in the sector as a whole and in the specific station, and also the factors that influenced negatively. An error in the standard time of the process of this station was identified and, after making the correction of the same one, it was noticed that it was performing as expected. In addition, this work showed the influence of the productivity of the sector in the payment bonus for the operators. Finally, it was possible to conclude that productivity indicators are extremely important for the management of a production line and that care should be taken when applying and analyzing them.

---

*Key-Words: Productivity Indicators, Rationalization of Work, Production Systems, Continuous Improvement, Production of Agricultural Machinery, Productivity.*

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 - Definição de Produtividade .....	17
Equação 3.1 - Produtividade em Horas .....	26
Equação 3.2 - Cálculo do Bônus CIPP .....	27
Equação 3.3 - Cálculo da Base.....	28
Equação 3.4 - Porcentagem Total de Bônus.....	29
Equação 3.5 - Cálculo do Bônus Individual.....	29
Equação 4.1 - Equação para Correção da Produtividade do Posto.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Mecanismo de Influência da Produtividade.....	19
Figura 3.1 - Componentes da Colhedora de Cana.....	21
Figura 3.2 - Colhedora de Cana.....	22
Figura 3.3 - Dimensões do Modelo de Colhedora de Cana Escolhido .....	23
Figura 3.4 - Esquema da Planta da Fábrica.....	24
Figura 3.5 - Esquema da Linha de Montagem da Colhedora .....	24
Figura 3.6 - Cortador de Pontas ou " <i>Topper</i> " .....	25
Figura 4.1 - Gráfico de Produtividade do Setor de Montagem.....	31
Figura 4.2 - Gráfico Waterfall para a Produtividade do Setor de Montagem.....	32
Figura 4.3 - Gráficos de Motivos de Parada de Linha .....	33
Figura 4.4 - Gráfico Comparativo de Produtividade por Posto de Montagem.....	34
Figura 4.5 - Gráfico Produtividade x CIPP para o Setor de Montagem .....	35
Figura 4.6 - Gráfico de Produtividade do Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	37
Figura 4.7 - Gráfico Waterfall para a Produtividade do Posto <i>Topper</i> .....	38
Figura 4.8 - Gráfico de Variação Input & Output do Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	39
Figura 4.9 - Gráfico Corrigido de Produtividade do Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	42



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 - Roteiro das Tarefas no Posto da Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	26
Tabela 4.1 - Dados de Produtividade do Setor de Montagem .....	31
Tabela 4.2 - Dados de Produtividade do Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	37
Tabela 4.3 - Roteiro Corrigido para o Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	40
Tabela 4.4 - Produtividade Corrigida do Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS

*BAB* - Bônus de Ajuste de Base

*BIS* - Bônus Individual Semestral

*CIPP* - *Continuous Improvement Payment Plan* (Plano de Pagamento da Melhoria Contínua)

*FT* - Fator de Tolerância

*HTS* - Horas Trabalhadas no Semestre

*KPI* - *Key Performance Indicator*

*OP* - Ordem de Produção

*PCP* - Plano de Controle de Produção

*TP* - Tempo Padrão

*VHT* - Valor da Hora Trabalhada

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Revolução Industrial .....	3
2.2 Taylorismo x Fordismo x Toyotismo.....	5
2.3 Performance e Indicadores.....	7
2.4 Estudo de Tempos e Movimentos, <i>Layout</i> e Otimização do Espaço .....	9
2.5 Tempo Padrão.....	11
2.6 Balanceamento de Linha .....	12
2.7 Produtividade do Operador.....	13
2.8 Flexibilização de Operadores .....	15
2.9 Análise de Produtividade .....	17
<b>CAPÍTULO III - METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
3.1 Descrição do Produto .....	20
3.2 Linha de Produção.....	23
3.3 Processo Escolhido .....	25
3.4 CIPP ( <i>Continuous Improment Payment Plan</i> ).....	26
<b>CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>30</b>
4.1 Setor de Montagem .....	30
4.2 Posto de Pré-montagem do <i>Topper</i> .....	36
4.3 Melhorias na Produtividade .....	43
<b>CAPÍTULO V - CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>

# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Em todos os processos, na condição das empresas se manterem vivas, são palavras chave produtividade e competitividade, ainda atreladas à qualidade, já que atividades malfeitas resultam em retrabalho, e energia e tempo desperdiçados. As empresas precisam planejar e reorganizar as suas estruturas para sobreviver globalmente, atingindo novas combinações através de ferramentas que as aproximem de seus parceiros, fornecedores e clientes. Nesse mundo de concorrência cada vez mais forte, apenas as empresas mais eficientes e competitivas sobreviverão.

Entender o desenvolvimento dos Sistemas de Produção ao longo dos tempos é como entender a História da própria humanidade, pois o homem em sua evolução sempre fabricou produtos e serviços na medida em que surgiam suas necessidades. É a partir desse entendimento que podem surgir estudos, técnicas e ferramentas de melhorias aplicáveis aos métodos de produção atuais.

Observando a história e a sequência do desenvolvimento da indústria, vemos que a produção, que inicialmente era através de um sistema estritamente artesanal, passou para um método completamente baseado em máquinas, criado com a Revolução Industrial na segunda metade do século XVIII, que surgiu devido à situação econômica favorável da época.

Além disso, com o passar do tempo foram surgindo mudanças relevantes na história produtiva como o desenvolvimento dos direitos dos trabalhadores, o desenvolvimento de acordos comerciais e a integração geográfica do comércio internacional.

Tudo isso gerou um entendimento amplo sobre a melhoria de processos produtivos, da produtividade de fábricas, e do aumento do lucro. Isso se traduziu em experiências comprovadas, técnicas e ferramentas de aferição e controle da produção que podem ser aplicadas beneficiando um setor produtivo qualquer.

O objetivo geral desse trabalho é realizar uma análise de produtividade de uma estação de trabalho fabril, utilizando ferramentas e conceitos que serão abordados

posteriormente na revisão bibliográfica, como balanceamento de linha e tempos padrões. A estação de trabalho em questão faz parte do processo de montagem de uma máquina agrícola, mais especificamente uma colhedora de cana.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Apresentar medições de horas trabalhadas na montagem;
- Apresentar medições de produtividade do posto de trabalho escolhido;
- Comparar a produtividade da estação com a meta estipulada pela empresa;
- Comparar os dados da estação em questão com as outras estações da linha;
- Identificar possíveis motivos e fatores de influência para os resultados obtidos;
- Propor algumas melhorias necessárias;
- Observar a importância de se medir a produtividade;

# CAPÍTULO II

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir será apresentada uma revisão bibliográfica sobre definições, especificações e esclarecimentos associados ao projeto.

### 2.1 Revolução Industrial

Não é razoável introduzir o tema produtividade no âmbito industrial sem antes falar da própria Revolução Industrial e suas consequências. Essa, que para Hobsbawm (1969), seria “[...] a mais radical transformação da vida humana já registrada em documentos escritos.”

A Primeira Revolução Industrial, que aconteceu aproximadamente entre 1750 e 1850, com início na Inglaterra, foi o processo de substituição das ferramentas pelas máquinas, da energia humana pela energia motriz, e do modo de produção doméstico (ou artesanal) pelo sistema fabril.

Dentre os fatores que motivaram o início desse processo, está a expansão do comércio internacional, motivada pelo crescimento demográfico na Europa e pelo acúmulo de riqueza da burguesia, e a consequente demanda do aumento do volume de produção para atender às necessidades da sociedade. Nesse contexto, os burgueses viram uma oportunidade, de investir e aumentar ainda mais suas riquezas.

O processo de mecanização foi alavancado, principalmente, por invenções como a máquina de fiar, o tear mecânico e a máquina a vapor. O vapor era gerado por meio da combustão do carvão, que teve um papel essencial na Revolução. Com essas mudanças, ocorreu a expansão de indústrias como as têxteis, a metalúrgica, a siderúrgica e a dos

transportes. O resultado observado foi o aumento da produção, fruto da substituição do trabalho manual pelo industrial.

Com o aumento da produção, houve também o aumento da demanda por mão de obra para operar as máquinas. Com essa demanda, iniciou-se o processo de êxodo rural, onde os trabalhadores rurais migraram para as cidades com a crença de que poderiam trabalhar nas fábricas e melhorar sua qualidade de vida. Esse processo provocou um grande crescimento da população urbana.

O trabalho encontrado pelos operários, no entanto, era sob condições precárias. As condições de trabalho impostas pelos burgueses, donos das fábricas, eram sub-humanas e com baixa remuneração. Diante disto, os trabalhadores passaram a se associar em organizações trabalhistas e sindicatos, se organizando para reivindicar melhores salários e condições de trabalho. Concomitantemente a este período, e como consequência dos fatos citados, observou-se um aumento da desigualdade social entre proletariado e burguesia.

A Segunda Revolução Industrial, que aconteceu no período entre 1850 e 1950, já foi marcada pelo progresso científico e tecnológico. Essa, diferente da primeira, já não foi limitada apenas à Inglaterra, tendo sido consolidada em alguns países europeus que também se desenvolveram e atingiram o mesmo patamar de industrialização.

Podemos destacar, nesse período, o surgimento dos meios de comunicação (telégrafo, telefone, rádio, etc.), a invenção da lâmpada e os avanços na medicina e na química (medicamentos e vacinas). Além disso, a evolução na utilização do aço foi imprescindível na construção de ferrovias, pontes, fábricas e estradas. Não menos importante, tivemos o surgimento do petróleo como fonte de energia.

Por fim, a Terceira Revolução Industrial, que teve início por volta de 1950 e se estende até hoje, evidencia o surgimento da eletrônica, o avanço da informática, robótica, ciência, medicina e engenharia. Além disso, podemos destacar o grande desenvolvimento das indústrias espacial, bélica e energética.

Analisando todas as consequências da industrialização, é nítido que hoje temos ferramentas melhores para nosso dia-a-dia, com infinitas aplicações nos setores econômicos. A Revolução Industrial, como um todo, provocou um elevado crescimento do consumo e do comércio, o que continua fazendo com que as indústrias sempre tenham que se preocupar em aumentar suas produtividades.

## 2.2 Taylorismo x Fordismo x Toyotismo

O Taylorismo é um sistema de gestão do trabalho criado para otimizar o aproveitamento da mão de obra. Frederick Taylor (1856-1915), considerado um dos fundadores da Administração Científica, apresenta a gerência científica do trabalho, ou seja, a aplicação de métodos científicos aos problemas crescentes no controle do trabalho nas empresas capitalistas em expansão. (BRAVERMAN, 1987).

O Taylorismo emprega alguns princípios, como:

- Substituição de métodos baseados na experiência por metodologias testadas cientificamente;
- Seleção e treinamento rigorosos dos trabalhadores, para descobrir suas melhores competências, e daí aperfeiçoá-las continuamente;
- Supervisão contínua do trabalho;
- Execução disciplinada das tarefas, a fim de evitar desperdícios;
- Divisão específica do trabalho na linha de montagem, para singularizar e simplificar as funções de cada trabalhador, diminuindo assim sua autonomia sobre o processo como um todo.

Cabe ressaltar que o Taylorismo não está preocupado com as inovações tecnológicas, mas exclusivamente com a busca pelas maneiras mais eficazes de produzir e controlar a produção, a fim de aumentar a produtividade e o lucro. Assim, através da padronização contínua, pela supervisão e controle da produção, e pela divisão específica do trabalho, o homem acaba desempenhando o mínimo de liberdade intelectual e passa a ser apenas um componente do processo, uma peça da máquina.

O Taylorismo não é um modelo produtivo. Ele se apresenta como uma teoria de administração e organização do trabalho, com intuito de diminuição de custos e maximização dos lucros do empresário. Apesar disso, as ideias de Taylor acabaram por influenciar Henry Ford, que viu a necessidade de melhorar a forma de produção de seus carros, e em 1914 instalou a primeira linha de produção semi-automatizada de automóveis.

O Fordismo possui os três princípios básicos:

- Intensificação: permite dinamizar, economizar e, principalmente, otimizar o tempo de produção;
- Economia: tem em vista manter a produção equilibrada com seus estoques;
- Produtividade: visa extrair o máximo da mão de obra de cada trabalhador.



O Taylorismo buscava aumentar a produtividade do trabalhador através da racionalização dos movimentos e do controle da produção, mas não se preocupava com as questões de tecnologia, fornecimento de insumos ou com a chegada do produto ao mercado. Por outro lado, Ford incluiu em seu modelo a verticalização, pela qual controlava desde as fontes de matéria-prima até a produção das peças e distribuição de produtos. Essas seriam as principais diferenças entre os dois métodos.

As principais inovações do fordismo são de natureza técnica e organizacional. Dentre elas, destacaram-se a implantação das esteiras rolantes, que levam parte do produto a ser fabricado até os funcionários e contribuem para o andamento da linha e da sequência de etapas da produção. Essas inovações e dispositivos passaram a substituir alguns trabalhos extremamente desgastantes e repetitivos.

No entanto, devido à rigidez do método produtivo, o fordismo entrou em declínio a partir da década de 1970. Nesta época aconteceram sucessivas crises do petróleo e a entrada dos japoneses no mercado automobilístico. Os japoneses introduzem o Toyotismo, ou seja, o sistema Toyota de produção, no qual se destaca o uso da eletrônica e da robótica, visando a flexibilização na fabricação de produtos.

No Toyotismo, os empregados são especializados, mas são responsáveis pela qualidade do produto. Ao contrário do Fordismo, não se faz estoque do produto. A fabricação só ocorre quando existe demanda e não há excedente de produção. Desta maneira, se economiza em armazenagem e compra de insumos e matéria-prima. Ao economizar espaço na estocagem de matérias-primas e mercadorias, o Toyotismo aumenta produtividade, uma vez que diminui o desperdício, o tempo de espera, a superprodução e os gargalos de transporte.

Atribui-se ao Toyotismo inovações que permitiram:

- Produção adequada à demanda;
- Redução dos estoques;
- Diversificação dos produtos fabricados;
- Automatização de etapas da produção;
- Mão de obra muito mais qualificada e multifuncional.

A automatização, utilizando máquinas cada vez mais modernas e eficientes, reduziu significativamente os gastos com mão de obra. Mas essa mão de obra passa a ser extremamente qualificada e a operar em equipes de trabalho lideradas por um supervisor mais

capacitado, que é responsável pela inspeção de qualidade do início ao fim do processo produtivo.

Assim, podemos ter uma ideia geral de como fluiu essa evolução de modelos/conceitos de produção e formas de organização das fábricas. Cada um desses três modelos, com suas vantagens e desvantagens características, simbolizou uma fase da Revolução Industrial. Muitos dos princípios desses modelos ainda são amplamente aplicados nos dias de hoje, como veremos nos tópicos a seguir.

### **2.3 Performance e Indicadores**

A palavra “performance” vem do verbo em inglês “to perform” que significa realizar, completar, executar ou efetivar. Em muitas ocasiões é usada no contexto de exposições em público, ou quando alguém desempenha algum papel no âmbito artístico, como um ator, por exemplo. Performance também pode ser o conjunto dos resultados obtidos em um determinado teste por uma pessoa. O sinônimo mais comum, aplicando à área em questão, é “desempenho”.

Mas antes de aprofundar nas explicações, é necessário distinguir produtividade de aumento de produção:

- Aumento de produção: gerado a partir do aumento no número de funcionários, aumento das horas trabalhadas por horas extras ou por turnos extras, além do investimento em uma nova máquina, por exemplo.
- Aumento de produtividade: é decorrente de melhorias nos processos, por treinamentos ou pela implantação de controles.

O aumento da produtividade é alcançado através da utilização otimizada e integrada dos recursos da produção e comercialização do produto. Indicadores têm o seu papel na gerência da informação sobre o desempenho (PINTO, 2015).

Caso seja necessário melhorar a produtividade, a eficiência pode ser buscada em certos fatores que influenciam a produção. Os cinco principais fatores são:

- Capacidade de inovação: trata-se da capacidade da empresa em gerar evoluções que irão melhorar os processos.

- Investimento em qualificação: a capacitação e preparação dos colaboradores é fundamental para garantir que os produtos sejam entregues em conformidade e influenciam diretamente os resultados de produtividade.
- Controle de qualidade: consiste em acompanhar de perto e de forma constante os processos. Parâmetros claros no que tange os itens avaliados e pontos de referência são essenciais para atingir os objetivos desejados.
- Produção sustentável: significa reduzir os custos de produção dos produtos e serviços, e também diminuir a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente.
- Índice de flexibilidade: ter atenção ao mercado e conseguir se adaptar o mais rápido às suas mudanças e exigências para garantir o nível de produtividade competitivo.

Indicador é o instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema, ou seja, os indicadores devem estabelecer, para um dado período, uma medida da sustentabilidade do sistema (DEPONTI, 2002).

O KPI (*Key Performance Indicator*), em português, indicador chave de Performance, é usado para medir o desempenho dos processos e se uma ação, projeto ou conjunto de iniciativas estão colaborando para atingir os objetivos da organização.

Os componentes básicos de um KPI são:

- Índice: representa a unidade de medida dos indicadores;
- Referencial: é o padrão de comparação, o “total” ou “ideal”;
- Meta: é o valor definido como ponto a ser alcançado, em algum momento específico ou durante um espaço de tempo maior. Este componente talvez seja o mais importante pois serve de motivação para ações que visam a melhoria do indicador;
- Metodologia: fórmula utilizada para obter o resultado desejado.

Um indicador também deve possuir algumas características, como:

- Importância para avaliação do sistema;
- Validez, objetividade e consistência;
- Coerência e adaptabilidade;
- Rastreabilidade: ser baseado em informações facilmente acessíveis e em aspectos práticos e claros;
- Clareza: de fácil entendimento;

- Facilidade de interação com outros indicadores do sistema;
- Economia em sua medição.

Os indicadores de performance podem ser divididos em algumas categorias, ou critérios, incluindo:

- Indicadores de Produtividade (eficiência): são encontrados dentro dos processos e tratam da utilização dos recursos para a geração de produtos e serviços. Servem para identificar e prevenir problemas nos processos, estando ligados intimamente aos indicadores de qualidade.
- Indicadores de Qualidade (eficácia): estão mais ligados às saídas do processo representando a eficácia com que o processo sob estudo atende às necessidades de seus clientes indicando a sua satisfação e as características do produto/serviço.
- Indicadores de Impacto (efetividade): medem o grau de modificação da situação problema (desafio) que deu origem à ação estratégica, o quanto a situação após a mudança se diferencia da anterior à mudança.
- Indicadores de Capacidade (de produção): medem a capacidade de resposta de um processo através da relação entre as saídas produzidas por unidade de tempo. Podem ser aplicados em menor ou maior escala.
- Indicadores estratégicos, financeiros, de valor, de competitividade, entre outros, que estão mais relacionados às áreas administrativas das empresas.

Vale salientar que muitos indicadores são interdependentes, pois os conceitos de eficácia, eficiência e efetividade andam lado a lado. Além disso, em muitos casos, a variação de um provoca variação em outro. Portanto, a aferição e análise de indicadores deve ser feita em conjunto, como veremos mais adiante no desenvolvimento.

A seguir, serão apresentados alguns conceitos que são bastante utilizados nas medições de alguns indicadores.

## **2.4 Estudo de Tempos e Movimentos, *Layout* e Otimização do Espaço**

Segundo Barnes (1977), as principais iniciativas para o desenvolvimento dos sistemas de tempos pré-determinados partiram de Frederick W. Taylor e de Frank B. Gilbreth.

Para Taylor, o instrumento básico para racionalizar o trabalho dos colaboradores era o Estudo dos Tempos e Movimentos, no qual o trabalho pode ser executado de forma melhor e mais econômica por meio de uma análise aprofundada. Surgiu a necessidade de decompor cada tarefa e cada operação da tarefa em uma série ordenada de movimentos simples. Os movimentos inúteis eram eliminados os úteis eram simplificados, racionalizados ou fundidos com outros movimentos, para proporcionar economia de tempo e esforço do operário.

Frank B. Gilbreth (1868-1924) foi um engenheiro americano que acompanhou Taylor na busca por formas de aumentar a produtividade. Ele introduziu o estudo dos tempos e movimentos dos operários como técnica administrativa para a racionalização do trabalho. Seu estudo conclui que todo trabalho manual pode ser reduzido a movimentos elementares e comuns a qualquer tarefa.

O estudo dos tempos e movimentos, além de permitir a racionalização dos métodos de trabalho do operário, tem ainda outras vantagens, como:

- Determinação do tempo necessário para cada tarefa;
- Eliminação dos movimentos desnecessários e substituição por outros mais eficazes, evitando desperdiçar esforços humanos;
- Maior especialização de atividades e estabelecimento de normas bem detalhadas de execução do trabalho;
- Melhores métodos de seleção e treinamento dos operários, obtendo mão de obra mais eficiente;
- Distribuição uniforme do trabalho, para que não haja períodos de falta ou excesso de trabalho;
- Possibilitar uma base de cálculo uniforme para salários e para bonificações por rendimento.

Um dos principais fatores que influenciam na fluidez e, por consequência, na velocidade de execução desses movimentos é a disposição espacial do ambiente de trabalho, ou seja, o *layout*. O posicionamento das máquinas e equipamentos, bem como do operador, é de suma importância para o melhor aproveitamento do tempo e dos recursos.

A melhoria da coordenação entre setores e departamentos pode ser obtida por meio do desenvolvimento e aplicação de bons *layouts*. A organização física do posto de trabalho e a forma que o produto passa de um posto para o outro interferem nos custos, tempo de produção e na produtividade. Considerando questões estratégicas, escolher um *layout*

corretamente ajuda no planejamento do produto, bem como nas prioridades competitivas (KRAJEWSKI et al., 2009).

Para os autores, definindo o *layout* de forma otimizada, os recursos a serem utilizados são organizados por função. Por sua vez, esse tipo de *layout* favorece a diversificação do produto ou das peças fabricadas. Diferentemente dos processos em sequência linear, nota-se uma maior flexibilidade, facilidade de supervisão e uma maior contribuição do equipamento na produção.

## 2.5 Tempo Padrão

Depois de definir qual a melhor disposição dos processos, quais os movimentos necessários e qual a sequência correta deles, é preciso definir qual o tempo necessário para as execuções.

Tempo Padrão (TP) é o tempo gasto por um trabalhador médio, em ritmo normal, para completar certa tarefa, usando um método prescrito, e considerando certa tolerância de fadiga e atraso (WILEY, 2000). Deve-se considerar também que o trabalhador médio deve ser medianamente treinado, experiente e competente, seu ritmo normal deve ser consistente para as tarefas e as tolerâncias devem ser suficientes apenas para garantir uma boa condição de trabalho.

Para Slack et al. (2002), o estudo de tempo é uma técnica de medida do trabalho para obter o tempo necessário para a realização de certo trabalho, considerando os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada.

O tempo padrão é um recurso que permite analisar a capacidade produtiva de um processo levando-se em consideração uma série de aspectos presentes na realidade de uma rotina de trabalho que têm um grande impacto no tempo necessário para fabricação de um produto. Observar esse impacto torna-se determinante em análises de capacidade de produção, tempo planejado de operação. A determinação do tempo gasto em uma operação deve ser obtida através da análise de uma situação em condições normais de trabalho, ou seja, dentro de uma rotina. Este tempo, além de servir de base para mensurar a capacidade de um sistema produtivo, passa a ser um tempo referencial para o treinamento de novos funcionários que irão desempenhar a operação.

Para realizar a medição do tempo padrão de uma atividade, o primeiro passo é determinar as tarefas que compõem a atividade. Essas tarefas são os “movimentos

elementares” previamente citados, e devem ser definidas de forma objetiva, evidenciando um início e um fim da mesma.

O segundo passo é realizar a cronometragem do tempo de cada tarefa. Estatisticamente, quanto mais funcionários distintos observados e quanto mais repetições entrarem na média, maior a qualidade do resultado.

O terceiro passo é excluir as medições não-representativas, as chamadas *outliers*, geradas por interferência externa ou algum acontecimento não frequente. Após eliminados os tempos fora dos limites pré-determinados, diz-se que os tempos estão nivelados (SILVA; COIMBRA, 1980).

O quarto passo é calcular a média aritmética dos tempos para cada tarefa. Na próxima etapa, chamada de normalização dos tempos, os tempos médios de cada tarefa são corrigidos. De acordo com especialistas, o operador pode ser classificado segundo a habilidade e o esforço demonstrado durante a fase de aferição de tempos, sendo essa classificação denominada avaliação de ritmo (SILVA; COIMBRA, 1980). De acordo com a definição de tempo padrão (JUNIOR, 1989), o operador deve possuir habilidade e esforço médios. Não seria correto, por exemplo, estudar um operador que trabalha muito rapidamente e submeter seus tempos para os resultados de um grupo em um estudo.

Existem, na literatura, fórmulas para calcular o TP e métodos para determinar os fatores de tolerância (FT) e o ritmo dos operadores. Porém, esse cálculo será detalhado na metodologia do trabalho mais adiante.

## **2.6 Balanceamento de Linha**

Por definição, o balanceamento de linha é o ato de distribuir o trabalho uniformemente por todos os operadores. Uma linha bem balanceada deve resultar em uma variação pequena (ex.: +/- 2,5%) entre todos os operadores ao comparar a carga média de trabalho. Isso garante que nenhum fique com altas (ou baixas) cargas de trabalho no seu posto e que cada posto demande aproximadamente o mesmo tempo para execução da tarefa, para que não atrase a tarefa seguinte.

Balanceamento de linha é um método muito usado nas linhas de produção nos dias de hoje. Essa ferramenta, aliada a uma boa organização de *layout*, serve para garantir o ritmo, a fluidez e a homogeneidade da linha como um todo.

Essa uniformidade de tempos padrões das tarefas também interfere na produtividade da fábrica, pois, se uma estação de trabalho demanda mais tempo que a anterior, o produto corrente vai acumular nessa estação. Seguindo o mesmo raciocínio, se a demanda de tempo for maior que a estação em sequência, a mesma vai ficar uma parte do tempo sem produto a ser trabalhado, ociosa. De uma forma geral, isso significaria desperdícios de tempo e recurso, pois a velocidade da linha seria definida pela operação mais lenta (operação gargalo). Se uma atividade for consideravelmente mais trabalhosa e/ou lenta, o balanceamento pode ser ajustado utilizando mais operadores no posto, fazendo-se os cálculos adequados. Existem alguns softwares e ferramentas que auxiliam nesse cálculo e nesses ajustes e até fazem simulações do comportamento da linha e do fluxo do produto.

## 2.7 Produtividade do Operador

Como já foi demonstrado, existem métodos de planejamento da produção, tanto para os processos em si, quanto para a organização da linha. Esses são os fatores não humanos que interferem na produtividade de uma fábrica. Por outro lado, dando enfoque à produtividade do operador em específico, temos a parte humana da produção. A seguir, alguns pontos que influenciam na produtividade do operador.

Existem fatores organizacionais que tem forte influência no desempenho operacional. De acordo com Rasmussen (1997), as pressões internas e as jornadas de trabalho são fatores capazes de influenciar o desempenho humano no sistema. Alguns fatores ligados à parte humana são:

- **Motivação:**

Motivar colaboradores não é sinônimo de motivação financeira, e, portanto, não está atrelado a gastos extras da empresa. Várias pesquisas empresariais apontam que o principal motivo da desmotivação dos funcionários é a falta de reconhecimento do seu trabalho.

É por meio do *feedback* que uma pessoa pode ser auxiliada a reconhecer em que precisa melhorar, pontos em que pode se qualificar melhor, ou até ações que poderiam ter sido evitadas ou podem ser extintas. O *feedback*, seja ele positivo ou negativo, deve ser aplicado no momento adequado para ter mais eficácia.

- **Ergonomia:**



A produtividade dos funcionários também depende da infraestrutura da empresa. Cadeiras confortáveis, iluminação adequada e temperatura agradável são alguns dos fatores que influenciam na entrega positiva de resultados do colaborador.

Para Slack (2009), a ergonomia preocupa-se dos aspectos fisiológicos do trabalho, ou seja, com o corpo humano e como ele ajusta-se ao ambiente. Esses aspectos que envolvem fatores humanos agrupam-se em duas ideias comuns: a primeira diz respeito à adequação entre pessoas e seu trabalho, através da adequação do trabalho às pessoas ou, alternativamente, as pessoas podem ser adequadas ao trabalho através do recrutamento; a segunda ideia ressalta a importância de uma abordagem “científica” da organização do trabalho, coletando dados para indicar como as pessoas reagem sob diferentes condições e tentando encontrar o melhor conjunto de condições de conforto e desempenho no trabalho.

- Comunicação:

A comunicação também é um dos fatores que influenciam a produtividade dos colaboradores. Uma comunicação ineficiente não permitirá a compreensão do objetivo das atividades, metas, prazos e afins. Várias ferramentas podem ser utilizadas para aumentar a eficácia da comunicação interna de uma empresa, como *e-mail*, *Skype*, *WhatsApp*, quadros de avisos, *checklists* de atividades pendentes, entre outras.

- Metas:

As metas coletivas e individuais, independente da área fabril em questão, devem ser estipuladas de forma coerente. Metas consideradas muito fáceis de serem alcançadas podem fazer com que o colaborador não atinja seu melhor rendimento, ou não se dedique ao máximo. Em contrapartida, metas consideradas muito difíceis, ou impossíveis, de serem alcançadas podem desmotivar a equipe na busca por alcançá-la. Além disso, as metas devem ser estabelecidas com antecedência e da forma mais clara e objetiva possível.

- Ferramentas:

A empresa deve fornecer os meios necessários para o trabalhador desenvolver de maneira satisfatória suas atividades. Seja através do treinamento pessoal dos funcionários, ou na disponibilização dos recursos materiais necessários, a companhia deve criar meios para que o liderado tenha todos os recursos mínimos para a correta execução de suas atividades. Assim, treinamentos adequados e infraestrutura coerente com a tarefa desempenhada propiciam uma melhor condição de trabalho.

## 2.8 Flexibilização de Operadores

Existem diversas formas de utilizar a força de trabalho de maneira flexível. Atkinson (1986) apud Walby (2003) classifica as diferentes formas de flexibilidade relacionadas ao trabalho como funcional e numérica. A do tipo funcional, leva à ampliação das funções dos trabalhadores. A do tipo numérica, envolve a redução do emprego por prazo indeterminado em tempo integral e o crescimento e diversificação de formas alternativas de contratação.

A flexibilidade funcional, qualitativa ou interna, relaciona-se a maior diversidade de tarefas e funções atribuídas aos trabalhadores (ATKINSON, 1986 apud WALBY, 2003). Para Martin (1997), essa forma de flexibilidade leva ao trabalhador “maior responsabilidade por tomadas de decisões imediatas e uma participação mais ativa”. Como apontado por Gerwin (1987), para que um sistema produtivo seja flexível é necessário que os trabalhadores tenham mais habilidades, para trabalhar com diferentes produtos, operações e procedimentos, para realizar a manutenção, detectar defeitos e tomar atitudes para corrigi-los (GERWIN, 1987). Essa versatilidade tem relação direta com a capacidade do operador, o que contribui para um melhor rendimento do mesmo e da produção de uma forma geral.

Citando alguns métodos de gestão da produção que levam a esse tipo de flexibilidade:

- Automação:

Em linhas muito automatizadas, o trabalhador deixa de trabalhar diretamente na transformação do produto e passa a monitorar o funcionamento da máquina, intervindo apenas diante de problemas e falhas. Isto também tem ocorrido em indústrias de processo intermitente ou discreto, aproximando o trabalho do operário direto nessas do que já ocorre a mais tempo em indústrias de processo contínuo (TOLEDO et al., 1989). O ritmo de trabalho deixa de ser determinante para definir o volume de produção, mas há um aumento de responsabilidade dos trabalhadores, que podem ser envolvidos em atividades de programação de equipamentos computadorizados (MARX, 1997), na troca de ferramenta e em tarefas simples de manutenção.

- *Just-in-time*:

O *just-in-time* exige maior envolvimento dos trabalhadores no controle do fluxo da produção. Num sistema *just-in-time*, as prateleiras ou os painéis de *kanban* funcionam como fonte de informação indicando os níveis de estoque de cada peça ou componente, sinalizando os momentos ideais de reposição aos funcionários. Desta forma, os operários passam a ser responsáveis pela decisão sobre o que produzir a cada momento, não dependendo mais de

uma OP (ordem de produção) recebida da área de PCP (Plano de Controle de Produção) para definir a sequência de produção.

- Enriquecimento de cargos:

O fenômeno pode ocorrer por meio da ampliação horizontal, vertical ou nos dois sentidos. A horizontal implica na incorporação de tarefas de mesma natureza, por exemplo, o operador de um tipo de máquina que passa a operar outros tipos. A ampliação vertical ocorre com a execução de tarefas de naturezas distintas, por exemplo, o operador de máquina que passa a realizar atividades de manutenção e controle da qualidade.

Salerno (1995) explica a flexibilidade numérica como a capacidade da empresa de variar seus recursos numericamente, em aspectos contratuais como salário, horário e local de trabalho, como o trabalho a domicílio, facilidade para admissão e demissão, terceirização. Segundo o autor, a flexibilidade nos contratos de trabalho envolve a variação no emprego, duração e local de realização do trabalho. Para Smith (1997), formas alternativas de contrato e funcionamento permitem às empresas variar o volume de trabalhadores empregados para acomodar flutuações nos ciclos da produção. O aumento de sua utilização está associado à adoção do *downsizing*, permitindo também a redução de custos salariais e com benefícios pagos aos trabalhadores.

A flexibilidade numérica, envolve outros métodos de gestão da produção e gestão administrativa, como:

- Terceirização:

Segundo Smith (1997), observa-se a subcontratação de atividades de outras empresas, em áreas e serviços funcionais e secundários, não relacionados à missão das empresas. No Brasil, esta forma de contratação tem sido bastante utilizada. Esses trabalhadores são contratados por intermédio de empresas prestadoras de serviços ou como autônomos, também chamados de *freelances* e mais recentemente de “pessoas jurídicas”.

- Remuneração Variável:

Outro sinal de flexibilização tem sido a criação de salários com uma parcela variável vinculada ao desempenho da empresa (MARTIN, 1997). Sua implantação deve ser negociada com o sindicato dos trabalhadores, como exigido pela lei que a regulamenta. Além disso, algumas empresas incluem bônus por desempenho individual.

- Horas Extra e Banco de Horas:

As chamadas horas extras têm sido uma forma usual para estender a jornada em diversos setores desde a década de 1930, quando houve sua regulamentação (CARVALHO, 1999). Esse método também serve como uma adaptação tempo-demanda, visto que o trabalhador pode exceder seu horário, para cumprir uma demanda maior que o normal, e receber a mais por isso (adicional de hora extra) e/ou, simplesmente, deixar a fábrica mais cedo em um dia que a demanda estiver menor (banco de horas).

## 2.9 Análise de Produtividade

Finalmente, pode-se falar da produtividade propriamente dita. Se antes havia-se separado as partes humana e não-humana, agora leva-se em consideração todos os fatores possíveis na análise. A produtividade de um processo, de um setor de produção, ou da fábrica como um todo, pode ser medida a partir da relação mostrada na Eq. (2.1):

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produção}}{\text{Recursos}} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2.1)$$

Entende-se como produção (*Output*) o resultado do processo, o produto obtido, o serviço realizado ou o faturamento. E entende-se como recursos (*Input*) a mão de obra utilizada, a matéria-prima, o investimento, a energia gasta, entre outros insumos. Analisando essa fórmula, notamos com facilidade que a produtividade pode ser aumentada das seguintes maneiras:

- Aumentar a produção utilizando a mesma quantidade ou quantidades menores de recursos.
- Reduzir a quantidade de recursos utilizados enquanto a mesma produção é mantida ou aumentada.
- Permitir que a quantidade de recursos utilizados se eleve contanto que a produção se eleve mais.
- Permitir que a produção decresça contanto que a quantidade de recursos utilizados decresça mais.

A demanda por um gerenciamento de desempenho cada vez mais efetivo tem impulsionado as companhias a desenvolverem formas de monitorar e avaliar o seu desempenho. A avaliação de desempenho deve ser uma ferramenta capaz de propiciar

subsídios que permitam comparar diversas bases de informações e deve refletir o real diagnóstico da situação, possibilitando identificar os pontos fortes da gestão, bem como os pontos fracos merecedores de maior atenção.

As medidas de produtividade podem e devem funcionar como indicadores sensitivos, tanto para auxiliar no diagnóstico de uma situação atual como para acompanhar os efeitos de mudanças nas práticas gerenciais e na rotina de trabalho. Mede-se a produtividade para:

- Detectar problemas, como para se verificar do acerto de decisões tomadas no passado sobre mudanças na organização, nos processos de produção, no arranjo físico, etc.;
- Atestar sobre a utilidade de programas de treinamento em setores ou atividades específicas;
- Avaliar o acerto na introdução de novos produtos, de políticas de investimentos, etc.

A medição da produtividade também serve como instrumento de motivação. A simples existência de programas de medida faz com que as pessoas passem a incorporar a produtividade nas suas preocupações rotineiras de trabalho. Podem estimular uma competição sadia entre departamentos e outras unidades operacionais de uma mesma empresa. Para tanto, programas de medida devem se fazer conhecidos de todos, através de uma divulgação extensiva a todos os níveis da companhia, adequando-se a linguagem a cada categoria de funcionários envolvida.

Além disso, as medidas de produtividade servem como instrumento de comparação. Por exemplo, pode-se utilizar os indicadores de produtividade para comparar dois operadores de turnos diferentes do mesmo posto, ou duas máquinas do mesmo modelo. No entanto, as comparações têm de ser feitas com cautela, pois deve-se garantir as mesmas condições de competição para ambas as partes.

A Fig. 2.1 mostra de forma resumida, as consequências do aumento de produtividade.

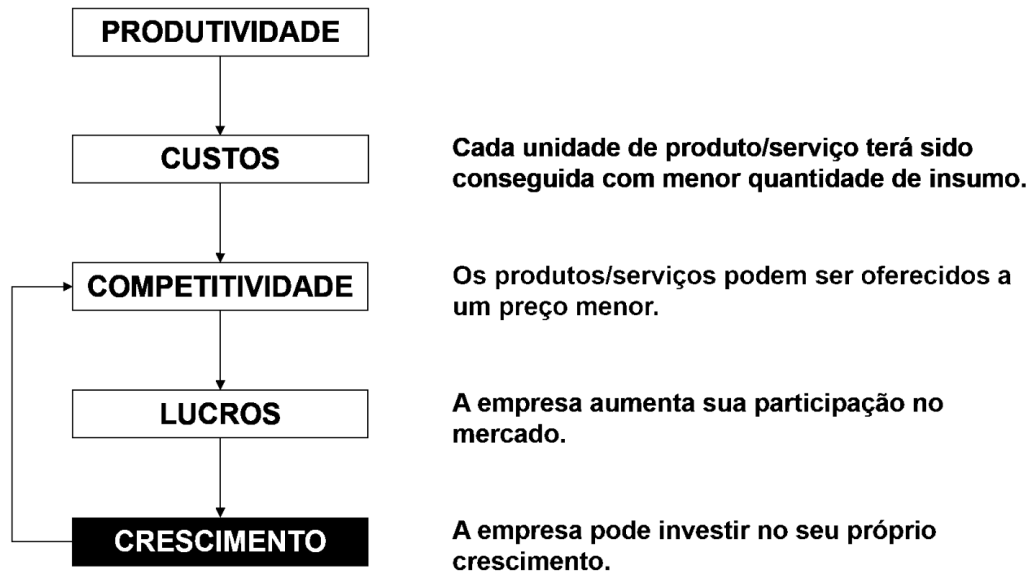


Figura 2.1 - Mecanismo de Influência da Produtividade

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho tem como objetivo analisar dados de produtividade em um processo de montagem na linha de produção de uma máquina agrícola. Neste capítulo, iremos descrever o produto, esquematizar a linha de produção, detalhar o processo escolhido e, por fim, apresentar os métodos de obtenção e manipulação dos dados a serem analisados.

### **3.1 Descrição do Produto**

A fábrica onde a análise de produtividade será desenvolvida produz colhedoras de cana-de-açúcar e pulverizadores de soluções. Dentro desse seguimento de maquinário agrícola, existem algumas variações de modelos e configurações, que podem ser personalizados de acordo com as necessidades do cliente.

A Fig. 3.1 mostra os componentes básicos de uma colhedora de cana, equipamento similar ao estudado nesse projeto.

## Componentes

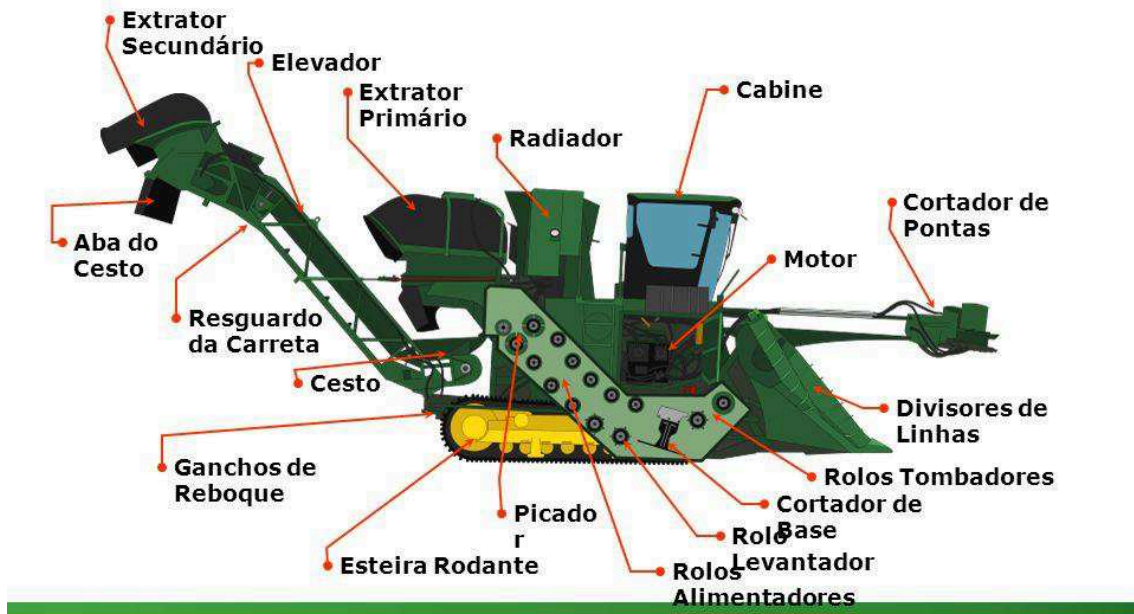


Figura 3.1 - Componentes da Colhedora de Cana

Os componentes mostrados na figura são os responsáveis pelo processo de colheita de cana-de-açúcar realizado por uma colhedora. Para um melhor entendimento, será descrita brevemente a função de cada um deles a seguir.

- Cortador de Pontas: corta as pontas da cana na altura determinada pelo operador, contribuindo com a limpeza antes que ela entre para a colhedora, forçando menos o sistema de limpeza e proporcionando economias de esforços da máquina;
- Divisores de Linhas: afasta as linhas adjacentes da plantação e direciona a linha a ser colhida para a colhedora;
- Rolos Tombadores: promovem a curvatura adequada do fluxo de cana pra facilitar o posterior corte feito pelo cortador de base;
- Cortador de Base: realiza o corte da cana na base da mesma, com distância do solo regulada automaticamente;
- Rolos Levantadores: recebem a cana do corte de base e direcionam para os rolos alimentadores;
- Rolos Alimentadores: transportam o fluxo de cana para os facões picadores;



- Picador: tem a função de cortar a cana em tamanhos uniformes, mediante regulagem;
- Extrator Primário: realiza a primeira limpeza da cana após o corte, é constituído por um exaustor que remove as impurezas e restos;
- Elevador: eleva a cana picada e limpa para ser depositada no veículo de carga que acompanha a colheita;
- Extrator Secundário: realiza a segunda e última limpeza antes da cana ser transferida para o veículo de carga.

Para ilustrar o modelo de colhedora de cana escolhido, mostra-se as imagens a seguir (Figs. 3.2 e 3.3). Esse modelo tem a configuração para colher uma linha no espaçamento de 1,5 m.



Figura 2.2 - Colhedora de Cana

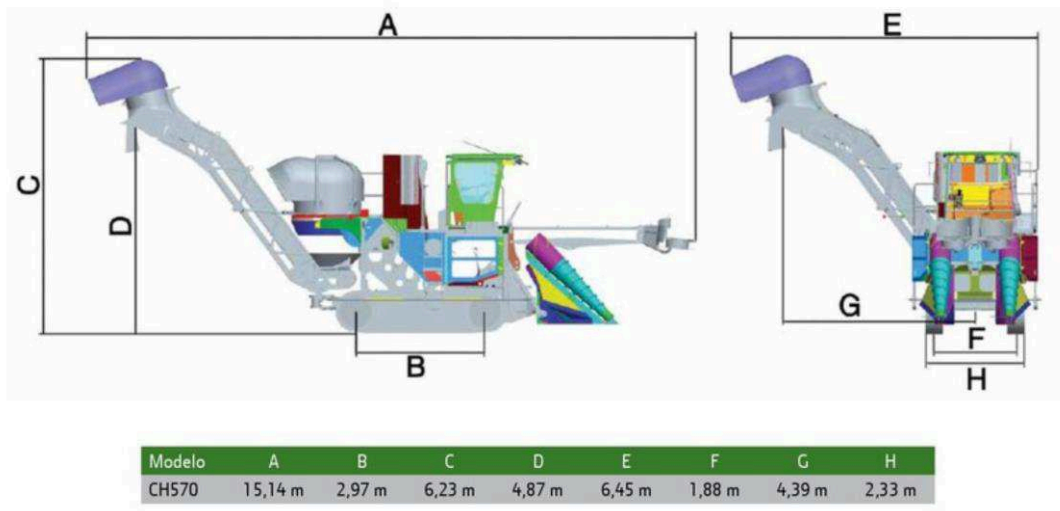


Figura 3.3 - Dimensões do Modelo de Colhedora de Cana Escolhido

### 3.2 Linha de Produção

A média anual de produção diária é de 3 colhedoras/dia, mas a produção varia ao longo do ano entre 1 e 4 colhedoras/dia. O tempo total de fabricação de uma colhedora, considerando os processos primários, solda, pintura, montagem e logística, é de, aproximadamente, 318 horas.

Como dito anteriormente, a fábrica produz dois tipos diferentes de produtos e, para isso, dispõe de duas linhas de montagem separadas. A seguir, a Fig. 3.4 mostra uma representação da divisão dos setores da fábrica. O setor de Primários é onde são feitos cortes e dobras de chapas, para ambos os produtos. Já o setor de Solda é dividido em duas áreas, uma para colhedoras e uma para pulverizadores. Quando as peças saem desses dois setores, são direcionadas para o sistema de Pintura, se necessário, e posteriormente para a Montagem. Já as peças compradas de fornecedores são armazenadas no almoxarifado externo e são transferidas diretamente para a Montagem. Por fim, quando montadas, as colhedoras são colocadas no pátio e direcionadas para a expedição.

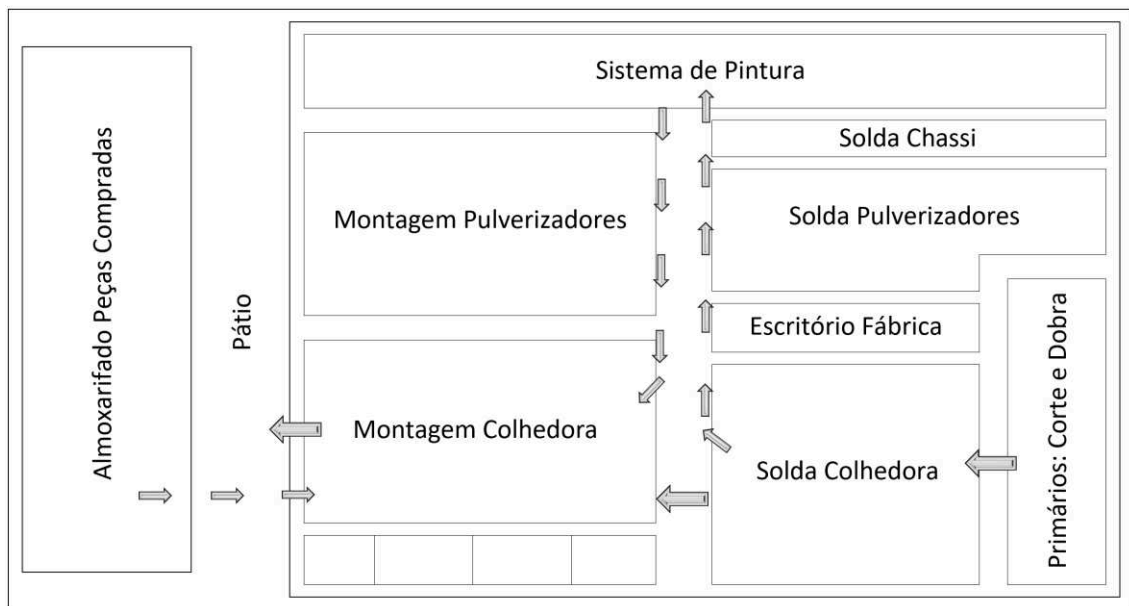


Figura 3.4 - Esquema da Planta da Fábrica

A Fig. 3.5 mostra o esquema do setor de montagem da colhedora-de-cana. A linha principal tem formato de “L” e é abastecida pelos postos de pré-montagem adjacentes. A linha principal é composta por 10 estações de montagem (00 a 09) e os postos de pré-montagem são divididos em 13: Rolos, *Chopper*, Motor Hidráulico/Válvulas, Extrator Primário, Cortador de Pontas (*Topper*), Cabine, Motor, *Cooling Package*, Divisor de Linha, Elevador e Extrator Secundário, Esteira, Cortador de Base, Plataforma e Tanque.

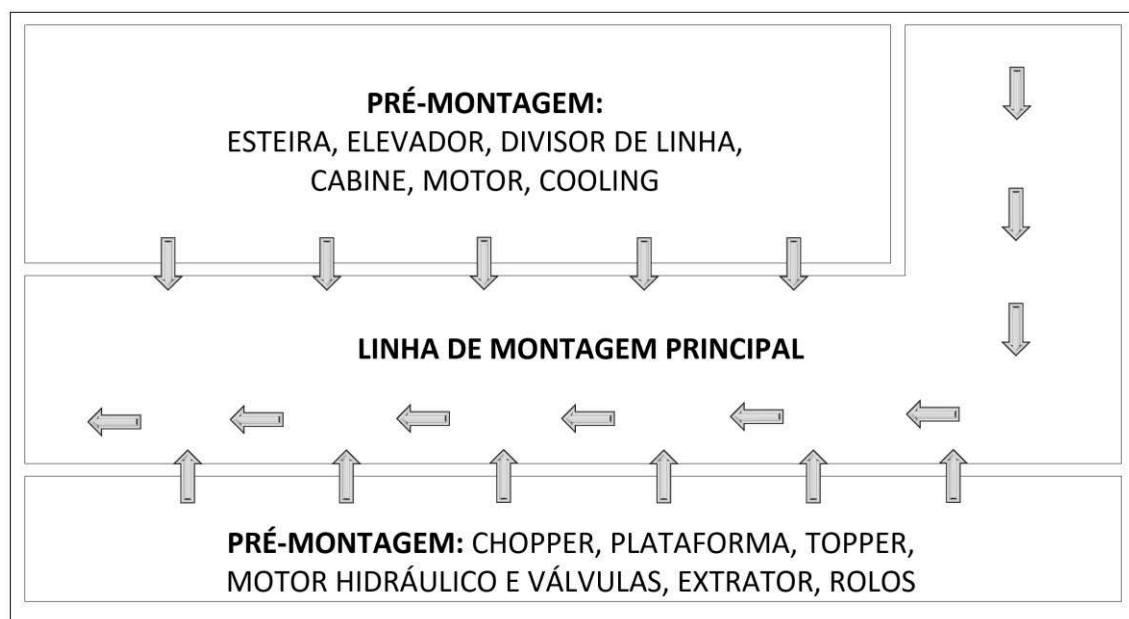


Figura 3.5 - Esquema da Linha de Montagem da Colhedora

### 3.3 Processo Escolhido

O posto de trabalho escolhido para a análise é o da pré-montagem do “cortador de pontas”, ou “*Topper*”. O motivo da escolha foi a observação feita pelo autor, ao acompanhar a linha de produção presencialmente, de que esse posto apresentava indícios de baixa produtividade, como ociosidade do operador. Além disso, ao procurar os dados e registros das horas trabalhadas e horas produzidas, esse posto apresentava uma das piores médias de produtividade nos dois períodos analisados.

O sistema do *Topper*, ou “cortador de pontas”, realiza o corte das pontas da cana na altura desejada e é controlado de dentro da cabine pelo operador. A Fig. 3.6 ilustra o sistema.

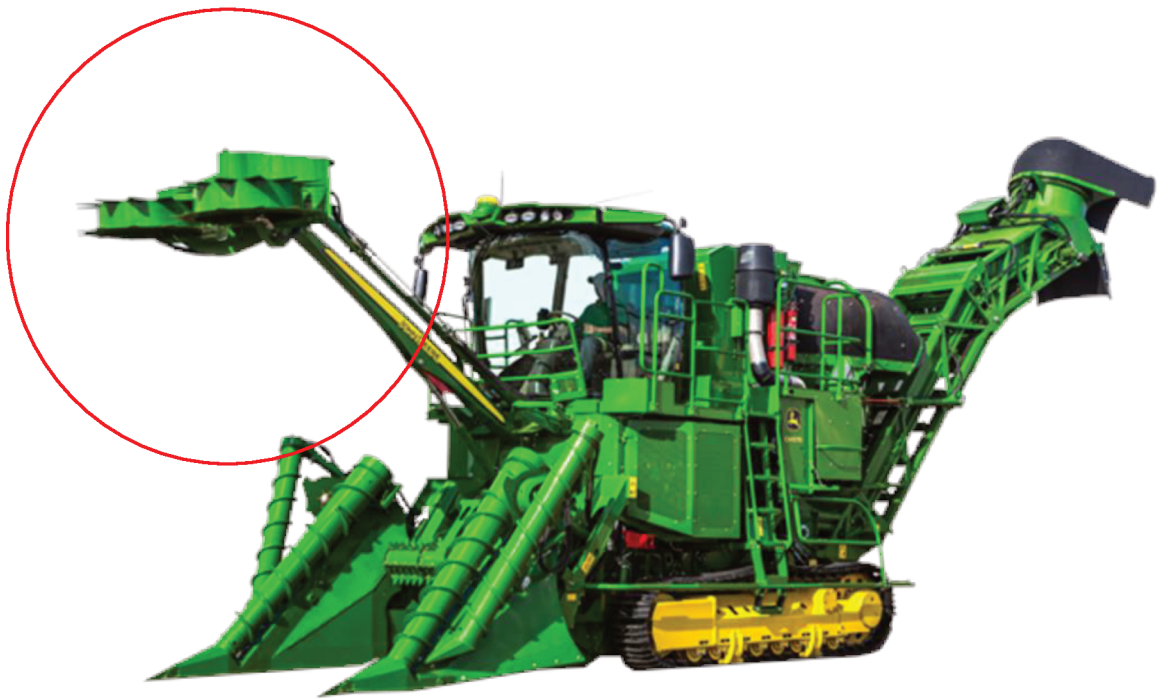


Figura 3.6 - Cortador de Pontas ou “*Topper*”

Nesse posto de trabalho, como em todos os outros, existe uma ordem definida de cada tarefa a ser realizada. Assim como comentado nos tópicos 3.4 e 3.5, cada uma dessas tarefas é composta por movimentos elementares e tem início e término bem definidos. Além disso, cada movimento elementar teve seu tempo padrão definido e inserido no sistema interno da

empresa, que utiliza o método apresentado anteriormente, com várias medições, utilizando um funcionário de habilidade mediana e descartando as medições errôneas.

Na Tab. 3.1 tem-se a versão resumida da lista com o respectivo tempo padrão de cada tarefa.

Tabela 3.1 - Roteiro das Tarefas no Posto da Pré-montagem do *Topper*

<b>Ordem</b>	<b>Atividade</b>	<b>Duração - Tempo Padrão (minutos)</b>
1	Colocar adesivo no cavalete	1,827
2	Pegar motor pré-montado do topper na prateleira	1,998
3	Montar o motor com o coletor	1,158
4	Instalar mangueira no coletor	1,191
5	Montar o motor a óleo e as conexões no cavalete	2,126
6	lçar tambor	0,466
7	Instalar mangueira no motor a óleo	6,079
8	Verificar opcionais na ordem de produção	0,374
9	Montagem do motor (adaptadores, conexões e mangueiras)	5,171
10	Montagem do motor dos coletores	10,945
11	Montagem dos coletores	4,446
12	Colocar adesivo no topper	1,657
13	Retirar conjunto dos dispositivos	1,628
14	Pré-montagem do braço do topper	8,960
15	Pré-montagem do farol	1,244
16	Colocar adesivo no braço do topper	4,253
17	Apontar fim da pré-montagem do topper	0,374
<b>TOTAL</b>		<b>53,897</b>

De acordo com a Tab. 3.1, a soma de todos os tempos padrões das tarefas realizadas no posto é de 53,897 minutos, o que equivale a 54 minutos aproximadamente. Portanto, esse é o tempo que deve ser gasto para a pré-montagem de 1 (um) conjunto/sistema de cortador de pontas da máquina colhedora de cana.

### 3.4 CIPP (*Continuous Improment Payment Plan*)

O cálculo mais utilizado para se medir produtividade na empresa em questão é fazendo as seguintes substituições na Eq. (2.1), gerando a Eq. (3.1):

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peças} \times \text{Tempo Padrão}}{\text{N}^\circ \text{ de funcionários} \times \text{N}^\circ \text{ de Horas Trabalhadas}} \quad (3.1)$$

O *Output* é igual ao total de horas diretas necessárias para produzir os componentes ou montagens. Não são incluídas as horas dispensadas com *setups*, retrabalho e introdução de um novo processo ou produto.

O *Input* são todas as horas de mão de obra total direta e indireta que os funcionários realizaram durante o período de tempo. Não são levadas em consideração as faltas (remuneradas ou não), horários de almoço, paradas em geral, treinamentos externos e reuniões.

O CIPP é o parâmetro utilizado pela empresa para recompensar as equipes de funcionários por ajudarem a realizar a melhoria contínua da unidade. É o Plano de Pagamento da Melhoria Contínua. O setor de Melhoria Contínua da unidade é responsável por propor e implementar projetos que resultem em um melhor funcionamento de um processo, a favor do aumento de produtividade. O CIPP tem a função de analisar essa melhoria de produtividade e transformar uma parte dos ganhos extras, decorrentes desses projetos, em bonificação para os funcionários do setor em questão.

O objetivo principal é eliminar ou otimizar ao máximo as perdas no processo produtivo, como interrupções em geral, movimentação, transporte, defeitos, etc. O objetivo não é fazer as coisas mais rápidas e correr riscos desnecessários ou atropelar processos de fabricação, sempre tendo em mente segurança, qualidade, entrega e produtividade.

A Eq. (3.2) é a fórmula utilizada para o cálculo do bônus atingido pelo time CIPP:

$$\% \text{ Bônus CIPP} = \left( \frac{\left( \frac{\text{Output Acumulado}}{\text{Input Acumulado} \cdot (1 - \text{Off Plan})} \right) - \text{Base}}{\text{Base}} \right) \times \frac{2}{3} \times 100 \quad (3.2)$$

Nota-se na Equação 03 um termo multiplicador de 2/3 que se refere à fatia de retorno aos funcionários. Na empresa, é definido que dois terços do aumento de produtividade é de responsabilidade das equipes de funcionários e a terceira parte é da companhia.

A divisão entre “Output Acumulado” e “Input Acumulado” pode ser entendida como “Produtividade Acumulada”, de forma a considerar a produtividade média no período estipulado para o cálculo. Atualmente, o bônus é pago semestralmente, portanto os cálculos são feitos considerando o acumulado em 6 meses.

Porém, no cálculo da Produtividade Acumulada no período, é considerado o fator de “Off Plan”. Não é considerado no *Input* as horas de parada de fábrica, de falta de peça na

linha, testes, reuniões, treinamentos de funcionários novos e outras atividades que não dependem dos operadores. Isso é feito para que o bônus de produtividade dependa apenas da performance dos colaboradores de cada área e reflita, em uma porcentagem, o quanto a produtividade do setor aumentou em relação ao trabalho realizado nos processos em si. O valor utilizado para esse fator no setor de montagem, no período analisado, foi de 30%, pois durante aproximadamente 30% das horas trabalhadas, que são consideradas no cálculo da produtividade real, os operadores não estão de fato produzindo.

A “Base” de desempenho é definida para cada time, ou setor, analisando todas as ocorrências dentro do ano fiscal.

O processo de elaboração da Base ocorre da seguinte forma:

- 1) Selecionar período para Base:
  - Mínimo de histórico de 6 meses;
  - Usar um período de estabilidade que seja representativo;
  - Não havendo histórico, construir a base a partir dos dados de engenharia de processo.
- 2) Determinar o Total de OUTPUT Horas produzidas no período:
  - Considerar apenas horas trabalhadas;
  - Não considerar horas de sucata produzida;
  - Verificar as horas e eventos ocorridos para ver se não existe nenhuma particularidade que necessite ajuste.
- 3) Determinar o Total de INPUT Horas trabalhadas no período:
  - Considerar todas as horas trabalhadas pelos funcionários no período, conforme o plano;
  - Desconsiderar horas de funcionários que não estiveram dentro do planejamento.
- 4) Determinar horas adicionais necessárias:
  - Total de Horas necessárias para atividades de melhoria contínua;
  - Total de Horas requeridas que não fazem parte da história.
- 5) Ajustar o histórico do INPUT Horas a partir das informações acima e calcular a base pela Eq. (3.3):

$$\text{Base} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Output (Histórico)}}{\text{Input (Histórico)}} \quad (3.3)$$

O total de bônus no final do semestre é calculado por meio da Eq. (3.4):

$$\% \text{ Total de Bônus} = \% \text{ Bônus CIPP} + \% \text{ BAB} \quad (3.4)$$

$$\text{BAB} = 2 \times \text{Ajuste da Base para o Próximo Semestre}$$

Ao final de cada semestre será pago um Bônus para o Ajuste da Base (BAB). O BAB é calculado multiplicando-se o ajuste da base por 2. O BAB garante a melhoria contínua do plano e o crescimento contínuo da produtividade.

A base inicial de produtividade calculada, será ajustada no final do semestre fiscal. Tal ajuste será a metade do valor de fechamento do Bônus de Produtividade do semestre. Contudo, esse valor não poderá exceder 2% e, por consequência, o valor do BAB máximo é de 4%.

O motivo para que a Base seja ajustada positivamente no fim do semestre é manter o processo de melhoria contínua. Pois, se a base de comparação da produtividade aumenta a cada semestre, a produtividade do setor deve continuar aumentando para que o bônus de pagamento se mantenha. Dessa forma, se a produtividade do setor for a mesma do semestre anterior, o bônus desse semestre será menor. Portanto, esse aumento da Base serve de motivação para que o operador continue engajado em melhorar sua performance, o que gera mais lucratividade para a empresa e mantém ou aumenta os ganhos do empregado.

Por fim, o Bônus Individual Semestral (BIS) depende do número de horas trabalhadas pelo funcionário do time CIPP durante o semestre e não são consideradas no somatório de horas as faltas injustificadas. É calculado conforme a Eq. (3.5):

$$\text{BIS} = \% \text{ Total de Bônus} \times \text{VHT} \times \text{HTS} \quad (3.5)$$

Sendo:

- BIS: Bônus Individual Semestral (R\$)
- Porcentagem Total de Bônus: Soma do Bônus CIPP e BAB (Equação 05) (%)
- VHT: Valor da Hora Trabalhada (R\$/h)
- HTS: Horas Trabalhadas no Semestre (h)



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta de dados foi feita em dois períodos, ambos de 20 dias úteis em sequência, a fim de comparação, e de acordo com a metodologia apresentada anteriormente. O primeiro período em junho de 2018 e o segundo em setembro de 2018.

Os dados de horas trabalhadas e horas produzidas foram retirados da base de dados de um sistema já utilizado pela empresa desde 2014, que armazena as medições diárias de horas trabalhadas e horas produzidas.

#### 4.1 Setor de Montagem

A Tab. 4.1 mostra os valores coletados de *Input* e *Output*, do setor de montagem, referentes a cada dia dos dois períodos analisados. As colunas de “Produtividade” tiveram seus valores obtidos utilizando a Eq. (3.1). Já a coluna “Acumulado” representa a produtividade média até o dia em questão, valores que serão utilizados nos gráficos para melhor interpretação. A curva de produtividade acumulada sofre maiores oscilações no início e tende a ser mais retilínea no final do gráfico com valores próximos à média final do período.

Tabela 4.1 - Dados de Produtividade do Setor de Montagem

MONTAGEM									
PERÍODO 1					PERÍODO 2				
Dias	OUTPUT (h)	INPUT (h)	ACUM. Período 1	PROD. Período 1	Dias	OUTPUT (h)	INPUT (h)	ACUM. Período 2	PROD. Período 2
1	200,90	394,63	50,9%	50,9%	1	307,61	588,75	52,2%	52,2%
2	301,35	384,18	64,5%	78,4%	2	301,13	567,52	52,6%	53,1%
3	407,44	398,70	77,3%	102,2%	3	472,50	550,87	63,3%	85,8%
4	206,24	412,41	70,2%	50,0%	4	279,65	540,92	60,5%	51,7%
5	201,09	348,84	67,9%	57,6%	5	381,69	504,45	63,3%	75,7%
6	205,64	380,67	65,6%	54,0%	6	202,15	550,55	58,9%	36,7%
7	311,12	453,08	66,1%	68,7%	7	404,48	592,33	60,3%	68,3%
8	507,94	401,46	73,8%	126,5%	8	422,84	558,37	62,2%	75,7%
9	100,58	427,16	67,8%	23,5%	9	509,66	558,13	65,5%	91,3%
10	301,74	347,53	69,5%	86,8%	10	411,61	494,00	67,1%	83,3%
11	206,20	449,35	67,1%	45,9%	11	411,61	574,63	67,5%	71,6%
12	607,96	419,08	73,9%	145,1%	12	307,76	547,02	66,6%	56,3%
13	100,58	438,49	69,6%	22,9%	13	408,78	539,67	67,3%	75,7%
14	105,62	456,32	65,9%	23,1%	14	307,87	478,65	67,1%	64,3%
15	704,06	417,87	72,9%	168,5%	15	307,69	452,00	67,1%	68,1%
16	301,74	420,82	72,8%	71,7%	16	409,04	573,08	67,4%	71,4%
17	310,79	459,49	72,5%	67,6%	17	408,68	572,85	67,7%	71,3%
18	201,22	437,85	70,9%	46,0%	18	412,11	566,88	68,0%	72,7%
19	301,83	428,86	70,9%	70,4%	19	406,83	567,48	68,2%	71,7%
20	201,22	426,62	69,7%	47,2%	20	201,17	443,40	67,2%	45,4%
<b>MÉDIA</b>	<b>289,26</b>	<b>415,17</b>	-	<b>69,7%</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>363,74</b>	<b>541,08</b>	-	<b>67,2%</b>
<b>SOMA</b>	<b>5785,27</b>	<b>8303,41</b>	-	<b>0,697</b>	<b>SOMA</b>	<b>7274,84</b>	<b>10821,55</b>	-	<b>0,672</b>

O gráfico da Fig. 4.1 mostra, de forma sucinta, o comportamento da curva de produtividade do setor de montagem durante os dois períodos. Nota-se que houve uma queda de produtividade, pois a curva do Período 2 está abaixo da curva do Período 1. Essa queda foi de 2,5% (de 69,7% para 67,2%) e diversos fatores influenciaram nessa variação negativa da produtividade média.

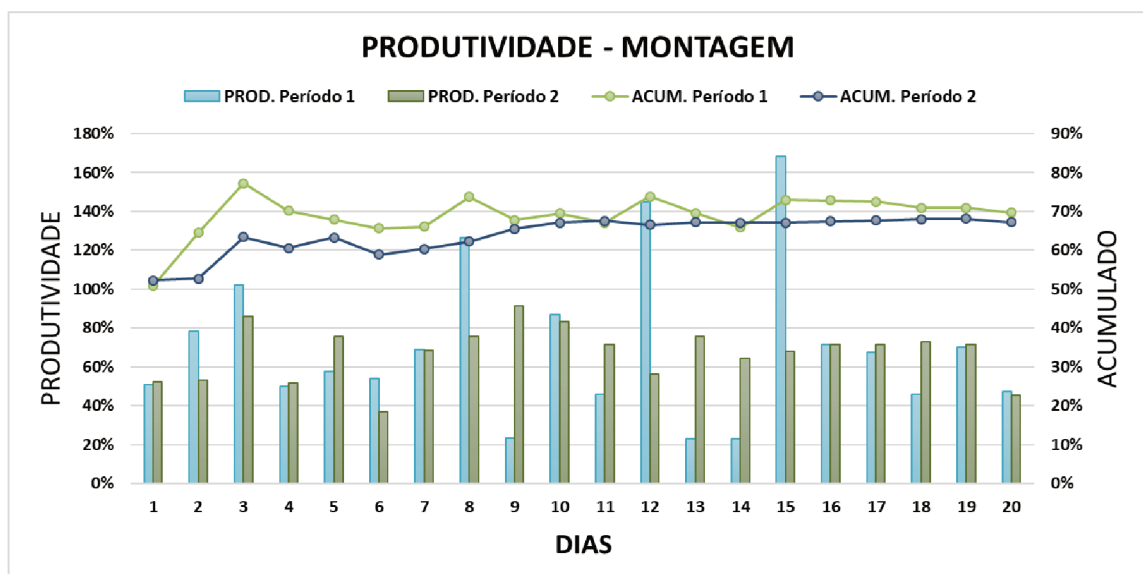


Figura 4.1 - Gráfico de Produtividade do Setor de Montagem

A produção no primeiro período analisado foi de 3 colhedoras/dia. Já no segundo período, a produção foi de 4 colhedoras/dia. A mão de obra para esse incremento de produção veio da linha de montagem de pulverizadores, onde a taxa diária de máquinas produzidas no mesmo período reduziu de forma a atender a alta na produção de colhedoras. Porém, o número de colaboradores na linha de montagem de colhedoras aumentou numa proporção maior do que o incremento de produção.

A queda na produtividade, no geral, pode ser justificada pela dificuldade de balancear as atividades entre os operadores ao longo da linha para todos os postos quando temos um incremento de taxa de produção diária de 3 para 4 colhedoras. Isso faz com que alguns postos fiquem mais sobrecarregados (considerados como gargalos) que outros, diminuindo a produtividade média do setor.

Além disso, muitos operadores transferidos da linha de pulverizadores, não estão devidamente treinados para as novas atividades da linha de colhedoras, o que pode gerar atividades não produtivas, como retrabalho e treinamentos.

A Fig. 4.2 mostra um gráfico do tipo cascata, ou “waterfall”, que serve para alocar fatias de diferentes proporções que indicam a diferença entre uma situação e outra. No caso, foi feito um estudo, juntamente com o engenheiro industrial da fábrica, para identificar os motivos da queda de produtividade de um período para o outro.

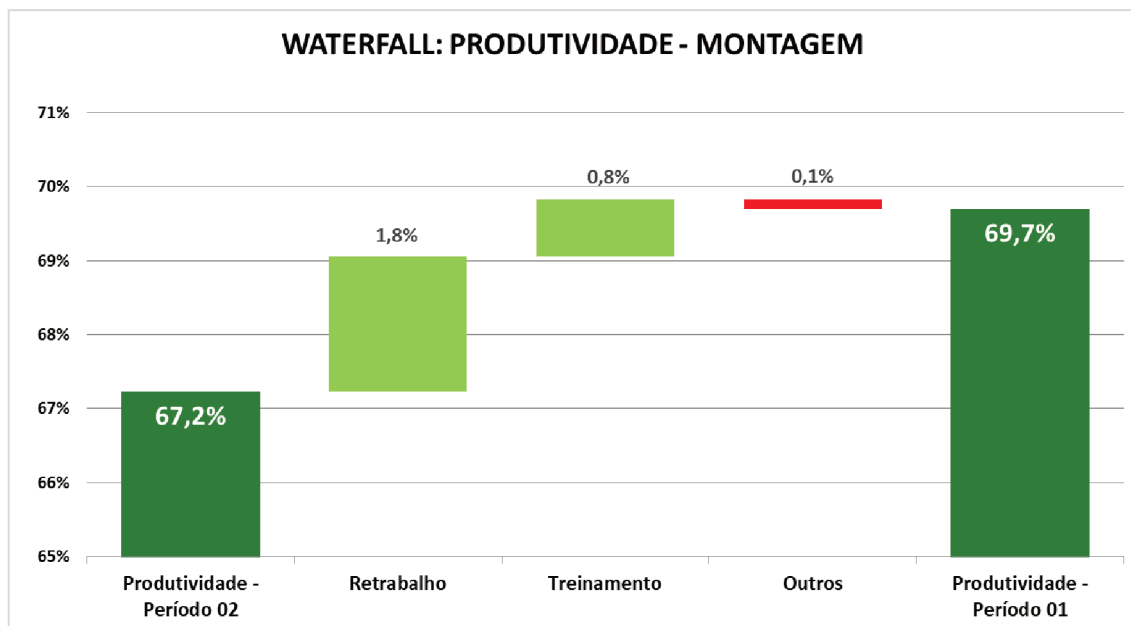


Figura 4.2 - Gráfico Waterfall para a Produtividade do Setor de Montagem

Na empresa, as horas de paradas de produção, ou horas de *Off Plan*, são contabilizadas de acordo com os motivos de cada parada. Para construção desse gráfico, foi

feita a normalização dos dados do Período 2, que serve para colocar os valores no mesmo patamar de comparação. Então, ajusta-se o valor de *Input* do segundo período para o valor que corresponde à mesma produtividade, mas considerando o mesmo valor de *Output* do Período 1. Dessa forma, obtemos a diferença de horas produzidas que refletem na queda de produtividade considerando apenas os fatores não ligados ao aumento da produção de 3 para 4 máquinas por dia.

Por fim, essas horas *Input* que foram gastas a mais do que no primeiro período foram divididas entre os motivos de parada, na mesma proporção que as horas totais de parada variaram de um período para o outro. Utilizando a contabilização da empresa, foi feito um comparativo das horas de parada e seus motivos entre os dois períodos. Notou-se que as horas perdidas com retrabalho aumentaram de 66% para 69% e, com treinamentos, de 5% para 17%. Os gráficos da Fig. 4.3 abaixo ilustram esse comparativo.

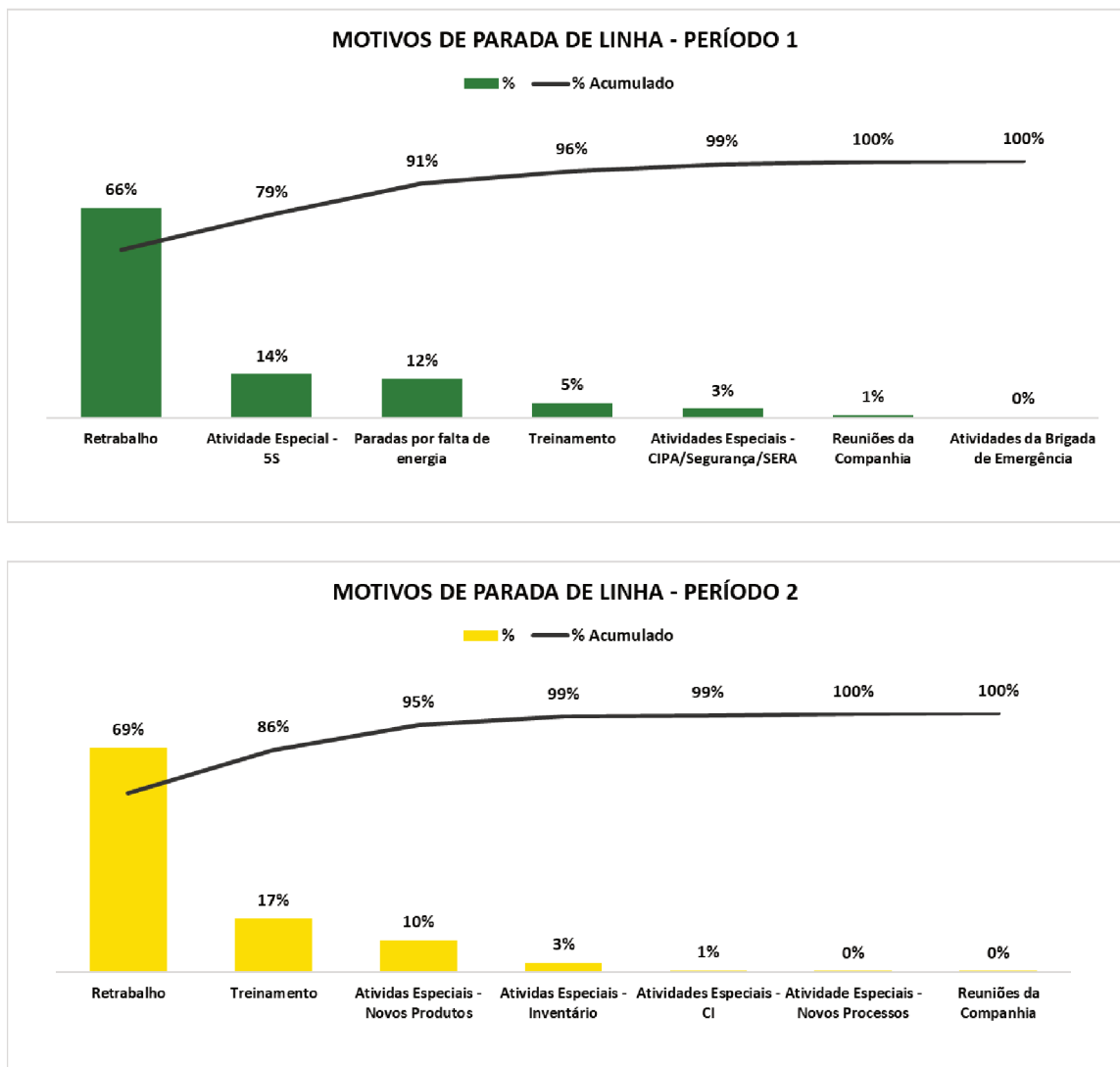


Figura 4.3 - Gráficos de Motivos de Parada de Linha

Dessa forma, nota-se que as atividades de retrabalho e de treinamento são as de maior impacto na queda de produtividade do setor de montagem entre os períodos 1 e 2. Dos 2,5% de queda da produtividade, o retrabalho foi responsável por 1,8% e os treinamentos, 0,8%. Além disso, a proporção de horas perdidas por outros motivos diminuiu, para que não se perdesse mais produtividade ainda, o que representa um ganho de 0,1% quando comparado à perda de 2,5%.

O gráfico da Fig. 4.4 nos mostra um comparativo entre as produtividades médias de cada posto de trabalho do setor de montagem nos dois períodos, além de uma linha de referência que representa a meta da empresa para o setor.

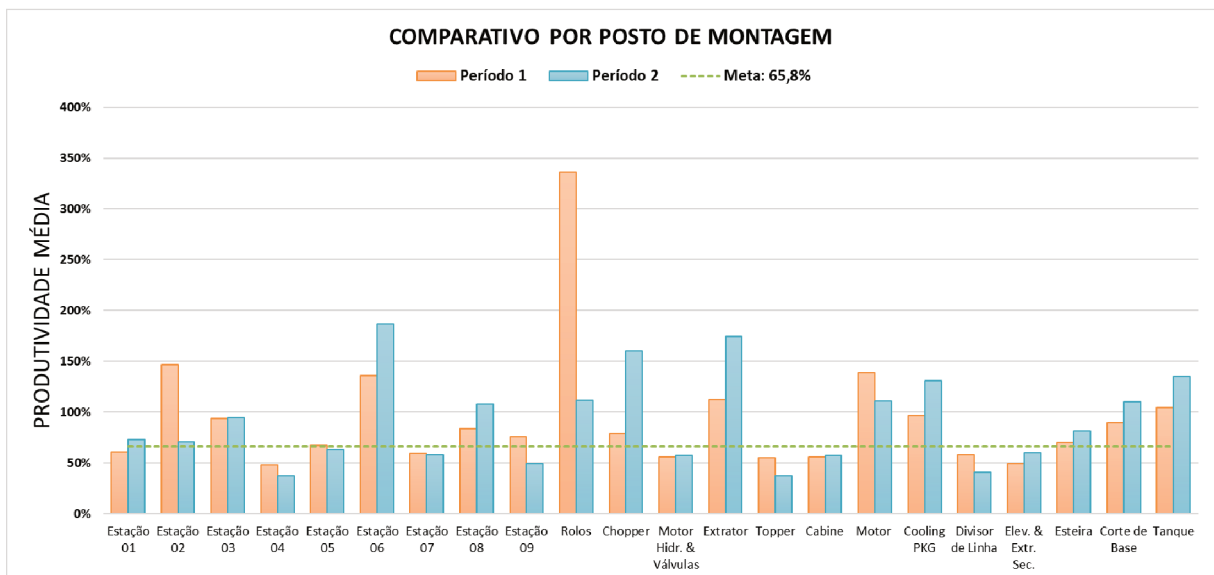


Figura 4.4 - Gráfico Comparativo de Produtividade por Posto de Montagem

Essa meta é estipulada pela gerência de processos de acordo com o histórico de produção e é elevada a cada ano fiscal. É a composição dos ganhos de performance para manter os resultados de CIPP, deduzindo as interrupções programadas para o próximo ano fiscal, tais como implementação de novos produtos, certificação de novos operadores, reuniões programadas e treinamentos mandatórios em geral.

Para os dois períodos analisados, a meta foi de 65,8%. De acordo com a Tab. 4.1, o setor de montagem superou a meta estipulada nos dois períodos analisados atingindo os valores de 69,7% e 67,2%, respectivamente.

Apesar da queda de produtividade no segundo período, o setor apresentou desempenho acima do esperado. Esse bom rendimento também é refletido no programa de pagamento de bônus por produtividade, o CIPP. A Base utilizada para o cálculo do CIPP no semestre em questão é de 0,661, ou 66,1% e é sempre definida no início do semestre fiscal. Os cálculos do CIPP referente aos dois períodos serão demonstrados a seguir.

Utilizando a Eq. (3.2), substituindo os valores de soma das horas *Input* e *Output*, obtêm-se:

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 1}} = \left( \frac{\left( \frac{5785,27}{8303,41 \cdot 0,7} \right) - 0,661}{0,661} \right) \times \frac{2}{3} \times 100$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 1}} = 33,8 \%$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 2}} = \left( \frac{\left( \frac{7274,84}{10821,55 \cdot 0,7} \right) - 0,661}{0,661} \right) \times \frac{2}{3} \times 100$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 2}} = 30,2 \%$$

Portanto, considerando o rendimento do setor no Período 1, o CIPP foi de 33,8% para uma produtividade média de 69,7%. Já no Período 2, o CIPP foi de 30,2% para uma produtividade média de 67,2%. O gráfico da Fig. 4.5 abaixo resume as duas situações.

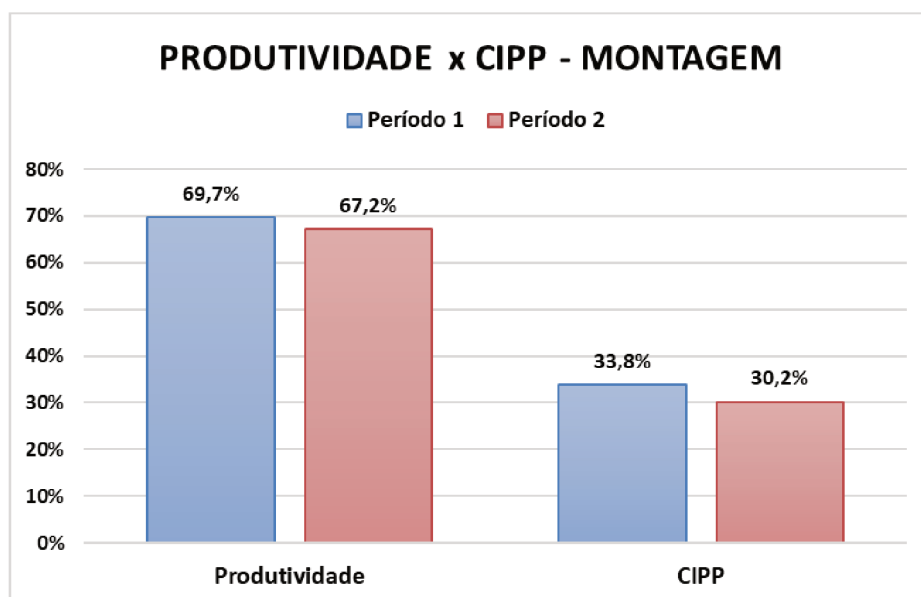


Figura 4.5 - Gráfico Produtividade x CIPP para o Setor de Montagem

Agora, utilizando a Eq. (3.4) e a Eq. (3.5), pode-se calcular o Bônus Individual Semestral para o operador do setor. Para os dois casos, o Bônus de Ajuste da Base (BAB) será de 4%, pois esse é o valor máximo para esse bônus e o setor obteve um CIPP relevantemente maior que esses 4%. O salário médio de um operador de montagem é de R\$ 2.500,00 e sua jornada mensal é de 186 horas.

$$\text{VHT} = \frac{\text{R\$ } 2500}{186 \text{ h}} = \text{R\$ } 13,44 / \text{h}$$

$$\text{HTS} = 186 \frac{\text{h}}{\text{mês}} \times 6 \text{ meses} = 1.116 \text{ horas}$$

$$\% \text{ Total de Bônus}_{\text{montagem } 1} = 33,8\% + 4\% = 37,8 \%$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem } 1} = 37,8\% \times 13,44 \times 1.116$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem } 1} = \text{R\$ } 5.670,00$$

$$\% \text{ Total de Bônus}_{\text{montagem } 2} = 30,2\% + 4\% = 34,2 \%$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem } 2} = 34,2\% \times 13,44 \times 1.116$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem } 2} = \text{R\$ } 5.130,00$$

Com esses resultados, podemos concluir que, se o setor de montagem se mantivesse com a produtividade média de 69,7% (Período 1) durante todo o semestre, o bônus em dinheiro que o operador médio deve receber é de R\$ 5.670,00. Mas se a produtividade for a mesma do Período 2 (67,2%) durante seis meses, o bônus será de R\$ 5.130,00. Portanto, com uma queda de 2,5% na produtividade média semestral, cada operador deixa de receber aproximadamente R\$ 540,00 no seu bônus.

#### 4.2 Posto de Pré-montagem do *Topper*

A Tab. 4.2 mostra os valores coletados de *Input* e *Output*, do posto de pré-montagem do cortador de pontas, referentes a cada dia dos dois períodos analisados. As colunas de

“Produtividade” e “Acumulado” foram obtidas da mesma forma que na Tab. 4.1, referente ao setor de montagem todo.

Tabela 4.2 - Dados de Produtividade do Posto de Pré-montagem do *Topper*

TOPPER									
PERÍODO 1					PERÍODO 2				
Dias	OUTPUT (h)	INPUT (h)	ACUM. Período 1	PROD. Período 1	Dias	OUTPUT (h)	INPUT (h)	ACUM. Período 2	PROD. Período 2
1	1,67	4,29	38,9%	38,9%	1	2,58	8,55	30,2%	30,2%
2	2,50	4,28	48,7%	58,5%	2	2,53	8,53	29,9%	29,6%
3	3,41	4,40	58,5%	77,5%	3	3,92	8,55	35,2%	45,8%
4	1,74	4,25	54,1%	41,0%	4	2,32	8,50	33,2%	27,3%
5	1,67	3,87	52,1%	43,1%	5	3,17	7,75	34,7%	40,8%
6	1,71	4,28	50,1%	39,9%	6	1,64	8,57	32,0%	19,1%
7	2,61	4,81	50,7%	54,3%	7	3,28	8,57	32,9%	38,3%
8	4,24	4,27	56,8%	99,5%	8	3,50	8,28	34,1%	42,3%
9	0,83	4,79	52,0%	17,4%	9	4,17	8,50	35,8%	49,1%
10	2,50	3,89	53,1%	64,3%	10	3,38	6,72	36,9%	50,3%
11	1,74	4,94	51,3%	35,3%	11	3,38	8,50	37,2%	39,7%
12	5,04	4,27	56,7%	118,2%	12	2,53	8,03	36,7%	31,5%
13	0,83	4,24	53,9%	19,7%	13	3,35	8,22	37,1%	40,8%
14	0,91	4,84	51,2%	18,7%	14	2,53	7,00	37,0%	36,2%
15	5,84	4,26	56,7%	137,1%	15	2,53	6,25	37,2%	40,5%
16	2,50	4,27	56,9%	58,7%	16	3,36	8,53	37,3%	39,3%
17	2,58	4,74	56,7%	54,4%	17	3,35	8,32	37,5%	40,3%
18	1,67	4,34	55,7%	38,5%	18	3,42	8,12	37,8%	42,1%
19	2,50	4,27	55,9%	58,7%	19	3,34	8,22	37,9%	40,6%
20	1,67	4,26	55,0%	39,2%	20	1,63	6,00	37,5%	27,2%
<b>MÉDIA</b>	<b>2,41</b>	<b>4,38</b>	-	<b>55,0%</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>3,00</b>	<b>7,99</b>	-	<b>37,5%</b>
<b>SOMA</b>	<b>48,16</b>	<b>87,51</b>	-	<b>0,550</b>	<b>SOMA</b>	<b>59,91</b>	<b>159,70</b>	-	<b>0,375</b>

O gráfico da Fig. 4.6 mostra, de forma sucinta, o comportamento da curva de produtividade do posto de pré-montagem do *Topper* durante os dois períodos.

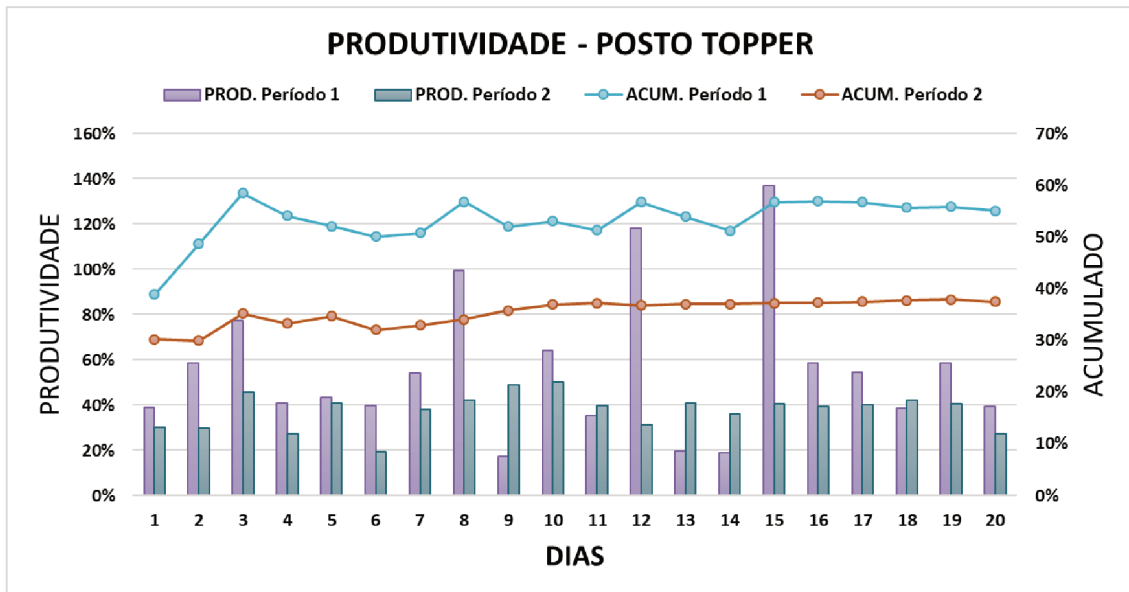


Figura 4.6 - Gráfico de Produtividade do Posto de Pré-montagem do *Topper*



Nota-se que houve uma queda de produtividade significativamente mais brusca do que a média do setor todo, nota-se que a curva do Período 2 está bem abaixo da curva do Período 1. Essa queda foi de 17,5% (de 55,0% para 37,5%) e alguns fatores influenciaram nessa variação negativa da produtividade média do posto.

Além dos motivos já citados que explicam a queda de produtividade do setor de montagem todo, algumas outras falhas foram identificadas no posto em questão. A Fig. 4.7 contém um gráfico do tipo cascata, assim como a Fig. 4.2. Neste caso, o gráfico foi elaborado para apresentar o grau de influência de cada motivo responsável pela queda de produtividade apenas do posto de pré-montagem do cortador de pontas. Para isso, foi feito um novo estudo baseado em observações presenciais do supervisor do posto e do autor deste trabalho, afim de descobrir as razões para tal baixa de performance do posto.

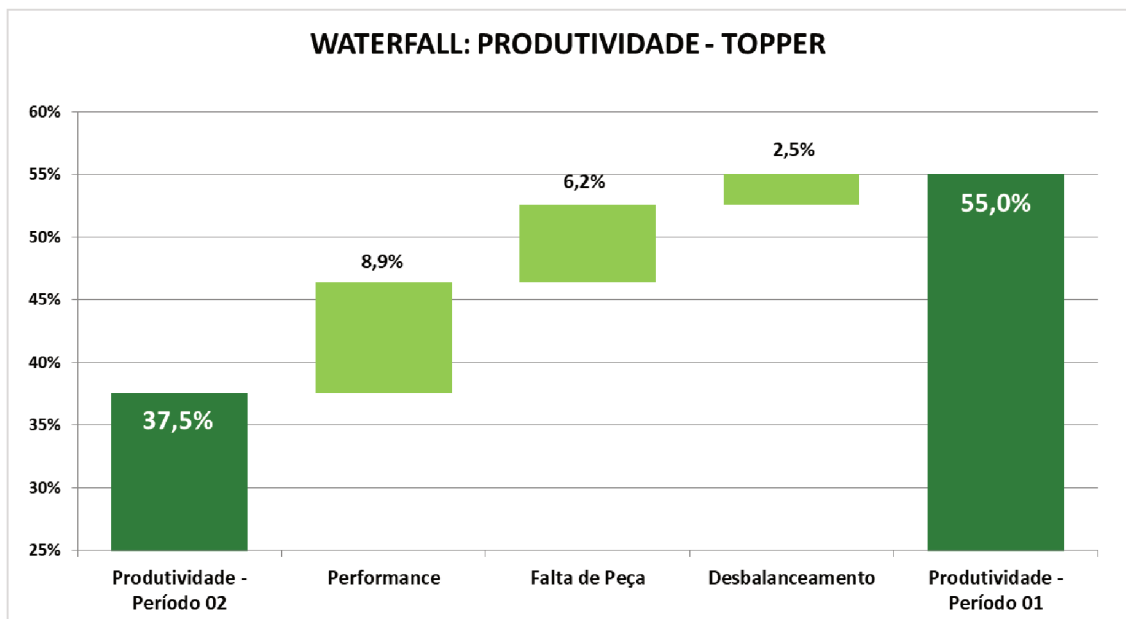


Figura 4.7 - Gráfico Waterfall para a Produtividade do Posto *Topper*

Como resultado dessas observações, foram identificados três motivos-chave para tal queda de produtividade: performance do operador, falta de peça e desbalanceamento.

Da Tab. 4.2, já se percebe um aumento relevante de *Input* médio, de 4,38 para 7,99 horas trabalhadas. Considerando a jornada diária de 8,4 horas, é plausível dizer que no Período 1 o operador ficava aproximadamente metade do dia de trabalho no posto, apenas, e operava em outro posto o restante do tempo. Já no segundo período, ficava integralmente

naquele mesmo posto. Portanto, as horas trabalhadas nesse posto praticamente dobraram. Contudo, a produção de colhedoras de cana aumentou em 33% apenas, de 3 para 4 máquinas por dia, conforme já falado. Essa desproporção na realocação de recursos mostra novamente um desbalanceamento da linha. Isso também significa que, com o dobro de tempo disponível, o operador precisa fazer a atividade de pré-montagem do *Topper* apenas uma vez a mais do que anteriormente. Isso gera uma queda de performance do operador, pois, com mais tempo disponível para fazer o processo, ele o faz mais lentamente.

Outro fator de influência é a falta de peça no posto, e na linha de montagem em geral, que é causada por outras falhas nos processos anteriores à montagem. O aumento na produção diária também demanda mais trabalho dos outros setores, de primários, de solda e de pintura. Isso também implica que os postos de trabalho desses outros setores sofrem dos mesmos problemas que os da montagem e podem ter quedas de produtividade, não entregando sempre a quantidade necessária para atender os próximos processos.

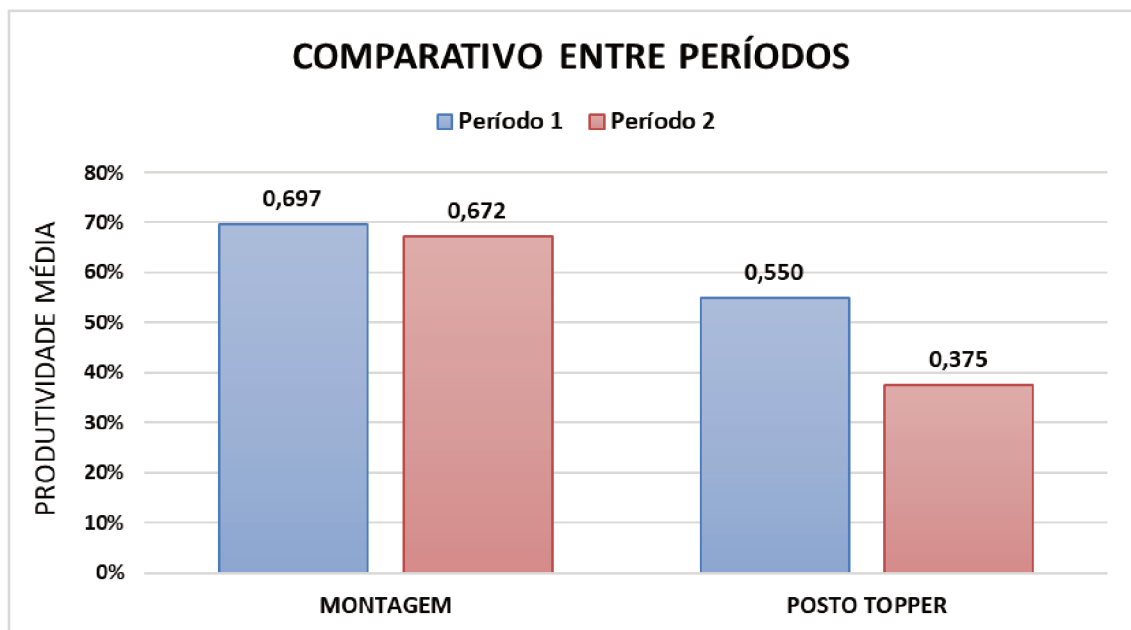


Figura 4.8 - Gráfico de Variação Input & Output do Posto de Pré-montagem do *Topper*

O gráfico da Fig. 4.8 ilustra, de forma simples, a variação da produtividade média do setor de montagem e do posto *Topper* de um período para o outro.

A produtividade do posto *Topper* já não acompanhava a produtividade do setor no primeiro período, era de 55,0% enquanto a do setor todo era de 69,7%. Nota-se, também, que esse indicador estava 10,8% abaixo da meta da empresa no primeiro período, que é de 65,8% como já mencionado, e 28,3% no segundo. Visto isso, foi feito outro estudo para identificar os motivos para tal diferença.

Ao analisar o roteiro de produção do posto *Topper* (Tab. 3.1), notou-se que algumas atividades e elementos padrões de tempo estavam ausentes, ocasionando uma incoerência entre o conteúdo de trabalho realizado pelo operador e os tempos do roteiro. O time de engenharia responsável pela medição e ajustes dos tempos padrões da montagem fez a atualização dos mesmos no sistema. Dessa forma, após a correção desses roteiros de produção, o tempo padrão de pré-montagem do *Topper* mudou de 54 minutos para 104 minutos, aproximadamente.

Tabela 2.3 - Roteiro Corrigido para o Posto de Pré-montagem do *Topper*

Ordem	Atividade	Duração - Tempo Padrão (minutos)
1	Colocar adesivo no cavalete	3,546
2	Pegar motor pré-montado do topper na prateleira	3,878
3	Montar o motor com o coletor	2,248
4	Instalar mangueira no coletor	2,312
5	Montar o motor a óleo e as conexões no cavalete	4,126
6	lçar tambor	0,904
7	Instalar mangueira no motor a óleo	11,799
8	Verificar opcionais na ordem de produção	0,725
9	Montagem do motor (adaptadores, conexões e mangueiras)	10,037
10	Montagem do motor dos coletores	21,243
11	Montagem dos coletores	8,629
12	Colocar adesivo no topper	3,217
13	Retirar conjunto dos dispositivos	3,160
14	Pré-montagem do braço do topper	17,390
15	Pré-montagem do farol	2,414
16	Colocar adesivo no braço do topper	8,255
17	Apontar fim da pré-montagem do topper	0,725
<b>TOTAL</b>		<b>104,609</b>

Depois de corrigido o roteiro e os tempos padrões do posto, é preciso corrigir a tabela de dados de produtividade do mesmo. Pois, se o tempo padrão do processo estava incorreto, os valores de *Output* (horas produzidas) também estavam errados. Dessa forma, foram calculados os valores corretos para cada um dos 20 dias de medição, dos dois períodos. A Tab. 4.4 mostra, nas colunas “OUTPUT Corrigido”, os novos valores. Esses foram obtidos proporcionalmente, de acordo com a Eq. (4.1). Assim, substitui-se o valor de *Output* anterior e o resultado do *Output* corrigido é encontrado.

$$\frac{\text{Output}}{\text{Output Corrigido}} = \frac{\text{Tempo Padrão}}{\text{Tempo Padrão Corrigido}} \quad (4.1)$$

$$\frac{\text{Output}(n)}{\text{Output Corrigido}(n)} = \frac{53,897}{104,609}$$

Tabela 4.4 - Produtividade Corrigida do Posto de Pré-montagem do *Topper*

PERÍODO 1 - CORRIGIDO					
Dias	OUTPUT (h)	OUTPUT Corrigido (h)	INPUT (h)	ACUM. Corrigido - Per. 1	PROD. Corrigida - Per. 1
1	1,67	3,23	4,29	75,5%	75,5%
2	2,50	4,85	4,28	94,4%	113,5%
3	3,41	6,62	4,40	113,4%	150,4%
4	1,74	3,38	4,25	105,1%	79,5%
5	1,67	3,24	3,87	101,2%	83,7%
6	1,71	3,31	4,28	97,2%	77,4%
7	2,61	5,07	4,81	98,5%	105,4%
8	4,24	8,24	4,27	110,2%	193,1%
9	0,83	1,62	4,79	100,9%	33,8%
10	2,50	4,86	3,89	103,0%	124,8%
11	1,74	3,38	4,94	99,5%	68,5%
12	5,04	9,79	4,27	110,1%	229,4%
13	0,83	1,62	4,24	104,7%	38,2%
14	0,91	1,76	4,84	99,3%	36,4%
15	5,84	11,33	4,26	110,1%	266,0%
16	2,50	4,86	4,27	110,4%	113,9%
17	2,58	5,00	4,74	110,0%	105,5%
18	1,67	3,24	4,34	108,1%	74,7%
19	2,50	4,86	4,27	108,4%	113,9%
20	1,67	3,24	4,26	106,8%	76,0%
<b>MÉDIA</b>	<b>2,41</b>	<b>4,67</b>	<b>4,38</b>	-	<b>106,8%</b>
<b>SOMA</b>	<b>48,16</b>	<b>93,48</b>	<b>87,51</b>	-	<b>1,068</b>

PERÍODO 2 - CORRIGIDO					
Dias	OUTPUT (h)	OUTPUT Corrigido (h)	INPUT (h)	ACUM. Corrigido - Per. 2	PROD. Corrigida - Per. 2
1	2,58	5,01	8,55	58,6%	58,6%
2	2,53	4,91	8,53	58,1%	57,5%
3	3,92	7,60	8,55	68,4%	88,9%
4	2,32	4,50	8,50	64,5%	53,0%
5	3,17	6,14	7,75	67,3%	79,3%
6	1,64	3,18	8,57	62,1%	37,2%
7	3,28	6,37	8,57	63,9%	74,4%
8	3,50	6,80	8,28	66,2%	82,1%
9	4,17	8,10	8,50	69,4%	95,3%
10	3,38	6,55	6,72	71,7%	97,6%
11	3,38	6,55	8,50	72,2%	77,1%
12	2,53	4,92	8,03	71,3%	61,2%
13	3,35	6,51	8,22	71,9%	79,2%
14	2,53	4,92	7,00	71,8%	70,3%
15	2,53	4,92	6,25	72,2%	78,7%
16	3,36	6,51	8,53	72,4%	76,3%
17	3,35	6,51	8,32	72,8%	78,2%
18	3,42	6,63	8,12	73,3%	81,7%
19	3,34	6,48	8,22	73,6%	78,8%
20	1,63	3,17	6,00	72,8%	52,8%
<b>MÉDIA</b>	<b>3,00</b>	<b>5,81</b>	<b>7,99</b>	-	<b>72,8%</b>
<b>SOMA</b>	<b>59,91</b>	<b>116,28</b>	<b>159,70</b>	-	<b>0,728</b>

Na Fig. 4.9, o gráfico corrigido da produtividade no posto mostra os mesmos padrões das curvas e das colunas que o gráfico da Fig. 4.6, mas observa-se um acréscimo nos valores de produtividade nos dois períodos devido às correções.

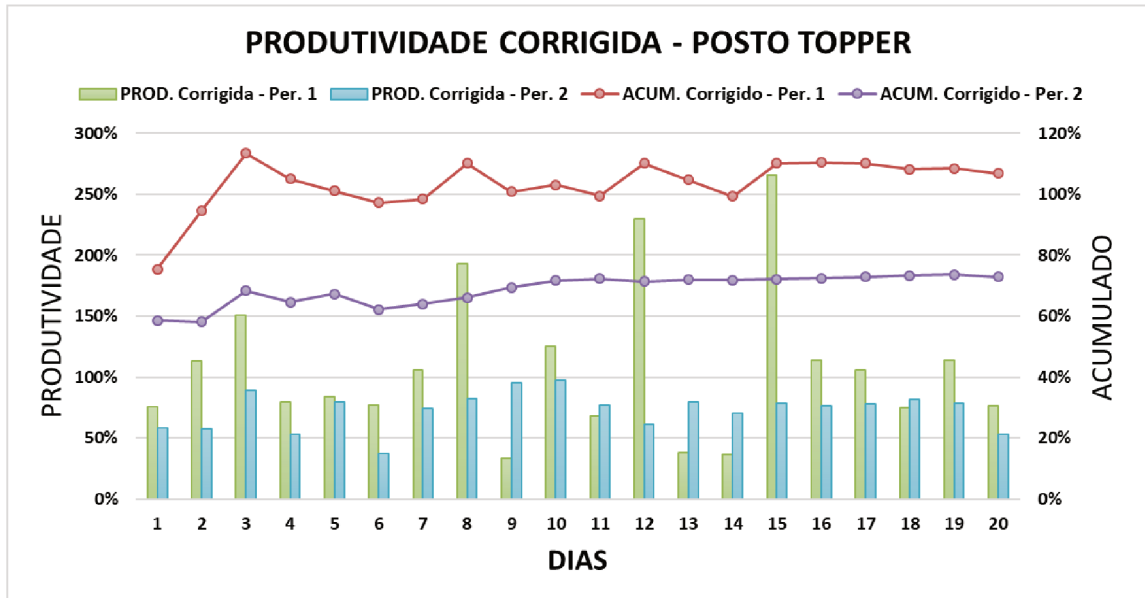


Figura 4.9 - Gráfico Corrigido de Produtividade do Posto de Pré-montagem do *Topper*

Dessa forma, conclui-se que o posto de trabalho em questão estava operando de acordo com o previsto, ao contrário do que se pensava. A produtividade média no Período 1, inclusive, estava acima de 100%, atingindo os 106,6%. No segundo período, a produtividade foi de 72,8%, muito superior aos 37,5% que havia sido calculado anteriormente.

Por fim, essa correção também deve se estender ao cálculo do CIPP. E, para corrigir o Bônus CIPP do setor de montagem, devemos recalculá-lo o mesmo substituindo o valor de “Output Acumulado” pelo corrigido. Do valor utilizado no primeiro cálculo, foram subtraídas as horas de *Output* do posto *Topper* de antes da correção e adicionadas as horas de *Output* do posto *Topper* de depois da correção.

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 1 - corrigido}} = \left( \frac{\left( \frac{5830,59}{8303,41 \cdot 0,7} \right) - 0,661}{0,661} \right) \times \frac{2}{3} \times 100$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 1 - corrigido}} = 34,5 \%$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 2 - corrigido}} = \left( \frac{\left( \frac{7331,21}{10821,55 \cdot 0,7} \right) - 0,661}{0,661} \right) \times \frac{2}{3} \times 100$$

$$\% \text{ Bônus CIPP}_{\text{montagem 2 - corrigido}} = 33,5 \%$$

Portanto, considerando o rendimento do Período 1, o CIPP do setor de montagem foi de 34,5%, 0,7% maior que os 33,8% calculados antes da correção. Já no Período 2, o CIPP foi de 33,5%, 3,3% a mais que os 30,2% anteriores.

Agora, recalculando o Bônus Individual Semestral:

$$\% \text{ Total de Bônus}_{\text{montagem 1 - corrigido}} = 34,5\% + 4\% = 38,5 \%$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem 1 - corrigido}} = 38,5\% \times 13,44 \times 1.116$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem 1 - corrigido}} = \text{R\$ } 5.775,00$$

$$\% \text{ Total de Bônus}_{\text{montagem 2 - corrigido}} = 33,5\% + 4\% = 37,5 \%$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem 2 - corrigido}} = 37,5\% \times 13,44 \times 1.116$$

$$\text{BIS}_{\text{montagem 2 - corrigido}} = \text{R\$ } 5.625,00$$

Portanto, o BIS do Período 1 foi de R\$ 5.775,00, 105 reais a mais do que o calculado anteriormente. Para o segundo período o BIS foi corrigido de R\$ 5.130,00 para R\$ 5.625,00, uma diferença de 495 reais. É importante lembrar que esses valores corrigidos refletem no bônus de todos os operadores do setor, não só apenas no bônus do operador do posto em que foi feita a correção.

### 4.3 Melhorias na Produtividade

Diante dos dados colhidos, apresentados e discutidos, se torna fácil encontrar os principais pontos onde é possível trabalhar melhorias que impactem diretamente a produtividade dos setores analisados. De acordo com o Princípio de Pareto, de forma mais genérica, acredita-se que em poucas mudanças residem o maior potencial de ganhos de

produtividade. Assim, sem se ater aos pequenos detalhes, foram aplicadas mudanças às situações mais relevantes, ignorando as menos relevantes e economizando esforço. Essas situações menores, por sua vez, serão alvo de mudanças caso se demonstrem dentre as mais relevantes do estudo seguinte (a ideia é que a empresa esteja em constante estudo de seus processos, de maneira cíclica).

Sendo assim, de acordo com o que já foi apresentado, pode-se selecionar como alvo de possíveis melhorias, dois principais grupos de recursos produtivos (de acordo com a fórmula de produtividade, para melhorarmos a produtividade basta produzirmos mais utilizando a mesma quantidade de recursos).

O primeiro grupo estaria relacionado à baixa performance e tempo para retrabalho, que estão diretamente relacionadas à qualidade e tempo disponibilizado para os treinamentos dos operadores nos postos de montagem durante a etapa de transição entre montagem de pulverizadores e colhedoras de cana.

O segundo grupo de recursos produtivos a otimizar seriam os processos precedentes aos processos analisados, de preparação de peças, como solda e pintura, pois dentre as causas mais relevantes da redução da produtividade estavam a falta de peças e o desbalanceamento da linha.

Para melhorar a produtividade do primeiro grupo, sugere-se a aplicação de treinamentos ao longo de todo o ano, e não apenas sazonalmente durante a necessidade de realocação de setores. Assim, quando a mudança de setores se fizer necessária, se gastará menos tempo com treinamento e terá mais tempo produtivo. Além disso, os treinamentos em si devem ser revistos, já que os funcionários estão apresentando problemas de baixa performance e retrabalho, provavelmente os treinamentos estão sendo insuficientes ou de baixa qualidade. Funcionários bem preparados apresentariam, certamente, performance satisfatória e menor taxa de retrabalho. Treinamentos constantes ao longo do ano e de melhor qualidade também melhorariam a racionalização do trabalho, fator expressivo na melhoria da produtividade de empresas atualmente.

Quanto ao segundo grupo de recursos, os funcionários dos processos precedentes produtores das peças, falta mais planejamento. Tanto o melhor balanceamento da linha quanto a falta de peças sugerem uma má gestão das demandas. Assim, em um trabalho conjunto entre gestores e funcionários, os setores de consumo e de produção das peças, além do setor comercial, devem se comunicar melhor, planejando melhor as demandas e combinando melhor as entregas. Desta maneira, é possível atingir um melhor balanceamento das linhas, homogeneização das entregas e evitar a falta de peças.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou vários conceitos sobre o assunto de produtividade. Em sua metodologia, foram descritas as formas de análise dos dados e o cálculo do programa de pagamento por melhoria contínua. Nas discussões dos resultados, foram apresentadas as medições propostas nos objetivos e foram feitas abordagens e análises sobre os dados obtidos, como comparações entre as estações da montagem e com a meta da empresa. Também, foram identificados motivos e fatores de influência para os resultados e propostas algumas melhorias. Por fim, algumas conclusões fundamentais podem ser destacadas como resultado do trabalho.

Os indicadores de produtividade são de enorme importância para qualquer tipo de fábrica ou de processo. Com eles, são identificadas falhas que podem ser investigadas e corrigidas constantemente.

Existem muitos fatores que influenciam na performance de um operador, alguns de responsabilidade dele mesmo e outros de responsabilidade da empresa. Porém, todos podem ser observados e controlados se a empresa tomar os devidos cuidados.

A definição de um tempo padrão de um processo deve ser feita com muito cuidado e atualizado com alguma frequência. Pois, se a produtividade estiver sendo medida utilizando um tempo padrão incorreto, os indicadores estarão incorretos também. Como vimos, isso pode resultar em perda de bônus para os operadores, além de uma análise errada da empresa sobre os postos com menor produtividade, ocasionando em perda de tempo de recursos de engenharia e supervisão para análise de melhorias e investimentos para ganho de produtividade nessas estações.

Um plano de pagamento de bônus por produtividade pode ter falhas, mas que, assim que identificadas, devem ser corrigidas. Dessa forma, o pagamento será feito de forma justa para ambas as partes.



As análises feitas neste trabalho poderão ser aplicadas a outros postos de trabalho e a outros setores da fábrica, a empresa pode identificar diversas outras falhas e corrigi-las também, melhorando a produtividade e resultando em impactos positivos nos rendimentos.

Por fim, podem ser feitas diversas outras análises na fábrica como um todo, como otimizações de *layouts*, análises de eficácia de treinamentos, análises motivacionais e psicológicas dos colaboradores, melhorias administrativas e acompanhamentos e otimização do plano de manutenção das máquinas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINSON, A.; **Changing working patterns. How companies achieve flexibility to meet new needs**, 1986.
- BARNES, R. M.; **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**, 1977.
- BRAVERMAN, H. **Trabalho e Capital Monopolista**, 1967.
- CARVALHO, A. M.; **Reestruturação produtiva, jornada de trabalho e participação nos lucros e resultados: novos temas negociados entre empresários e trabalhadores brasileiros de 1992 a 1998**, 1999.
- DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B de; **Estratégia para Construção de Indicadores para Avaliação da Sustentabilidade e Monitoramento de Sistemas**, 2002.
- GERWIN, D.; **An agenda for research on the flexibility of manufacturing processes**, 1987.
- HOBSBAWM, E. J. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**, 1969.
- JUNIOR, I.F.B.T.; **Tempos e Métodos. Série Racionalização Industrial**, 1989.
- KRAJEWSKI, Lee J.; RITZMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K.; **Administração de produção e operações**, 2009.
- MARTIN, S. B.; **Redes sociais e flexibilidade do trabalho: uma análise comparativa**, 1997.
- MARX, R.; **Trabalho em grupos e autonomia como instrumentos da competição**, 1997.
- PINTO, F. J. P. H. **Programe o sucesso da sua micro e pequena empresa**, 2015.
- RASMUSSEN, J. **Risk management in a dynamic society: a modeling problem. Safety Science**, 1997.
- SALERNO, M. S.; **Flexibilidade e organização produtiva**, 1995.
- SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C.; **Manual de Tempos e Métodos: Princípios e técnicas do estudo de tempos**, 1980.
- SLACK, N.; CHAMBERS, C; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**, 2002.
- SMITH, V.; **New forms of work organization**, 1997.

TOLEDO, J. C.; TRUZZI, O. M.S.; FERRO, J. R.; **Algumas características básicas da indústria de processo contínuo: conceituação, tecnologia, economia e mão de obra**, 1989.

WALBY, S.; **As figuras emblemáticas do emprego flexível**, 2003.

WILEY, L. S.; **Work Measurement and Methods Improvement**, 2000.

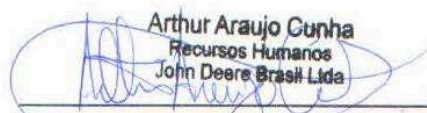
## Autorização Informação de TCC




JOHN DEERE

Autorizamos o funcionário Lucas Junqueira Solé, do setor DMAT, matrícula 864475 a utilizar os dados em anexo, com o fim único e específico de realizar o Trabalho de Conclusão de Curso do curso de graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, "Análise de Produtividade de um Processo Operacional de Montagem em uma Fábrica de Máquinas Agrícolas". A utilização para fins diversos ou divulgação de quaisquer destas imagens, inclusive sua utilização ou divulgação por terceiros, é de inteira responsabilidade do funcionário Lucas Junqueira Solé que responderá civil e criminalmente pela utilização, divulgação e mau uso de dados e das imagens, assim como, pela revelação de segredos industriais.

Catalão, 08 de novembro de 2018.

  
Arthur Araujo Cunha  
Recursos Humanos  
John Deere Brasil Ltda

JOHN DEERE DO BRASIL LTDA

  
Lucas Junqueira Solé