

BELCHIOR ALBUQUERQUE BATISTA FILHO

REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA EMPRESA BENEFICIADORA DE
FRUTAS DE PEQUENO PORTE DO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho Final de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia de
Produção Mecânica, como requisito parcial
para a obtenção do título de Engenheiro de
Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes
Jaguaribe Pontes.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B336r Batista Filho, Belchior Albuquerque.

Redução do tempo de setup em uma empresa beneficiadora de frutas de pequeno porte do estado do Ceará / Belchior Albuquerque Batista Filho. – 2013.
57 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

1. Troca rápida de ferramenta. 2. Capacidade de produção. 3. Desidratação de frutas. I. Título.

CDD 658.5

BELCHIOR ALBUQUERQUE BATISTA FILHO

REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA EMPRESA BENEFICIADORA DE
FRUTAS DE PEQUENO PORTE DO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho Final de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia de
Produção Mecânica, como requisito parcial
para a obtenção do título de Engenheiro de
Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes
Jaguaribe Pontes.

Aprovada em __/ __/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Maxwell Veras Rodrigues

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rogério Masih

Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes, pelo tempo dedicado e pela excelente orientação.

Aos participantes da Banca examinadora, Prof. Dr. Maxwell Veras Rodrigues e Prof. Dr. Rogério Masih, pelo tempo e pelas valiosas sugestões.

A todos os profissionais diretos e indiretos do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica da Universidade Federal do Ceará, por dedicarem parte de suas vidas ao nosso curso de graduação.

A minha mãe, Socorro Veras, pelo imensurável apoio e torcida. As minhas irmãs, Priscilla Batista e Samira Batista, que me forneceram imensa garra. Ao meu primo, Bruno Vasconcelos, pelo apoio em momentos difíceis desse semestre.

Aos outros dois sócios da Natuserra, Bruno Vasconcelos e Luiz Queiroz, pela compreensão às minhas ausências na empresa e por acreditarem na idéia desse projeto.

Aos companheiros nessa jornada, Amanda Costa, Amanda Damasceno, Eduardo Braga, Igor Carneiro, Henrique Eufrásio e Tullio Camboim, pelos inesquecíveis momentos vividos durante a Graduação e pelos conselhos prestados durante o trabalho.

Aos meus avós maternos, Conceição Veras e Vasco Veras, pelos inúmeros dias que me forneceram refúgio quando precisei me “esconder do mundo” para dar continuidade ao trabalho.

Agradeço em destaque a Deus pela vida, saúde e por todas essas pessoas citadas estarem presentes na minha vida, pois, em momentos difíceis, utilizei a confiança que em mim depositaram como “combustível” para continuar.

RESUMO

O aumento da competitividade no mercado de beneficiamento de frutas ao redor do mundo vem fazendo com que as empresas do ramo busquem constantes melhorias. O presente trabalho apresenta a Troca Rápida de Ferramentas como uma técnica que possibilita a empresa em estudo se tornar mais competitiva. O mesmo tem como objetivo geral a redução do tempo de máquina parada, aumentando assim a capacidade de produção da empresa. É apresentada uma revisão teórica de todo o assunto abordado, mas com ênfase na Teoria da Troca Rápida de Ferramenta. O estudo de caso apresentado neste trabalho apresenta os passos de aplicação das referidas técnicas no setor de desidratação, bem como os ganhos obtidos por uma empresa do ramo de desidratação de frutas em Uruburetama-CE. Serão apresentados indicadores do cenário antigo e do atual, propondo assim uma resposta para a indagação do problema de pesquisa e desfecho do objetivo geral. Concluiu-se em termos de ganhos para a empresa um aumento na capacidade de produção, podendo a mesma dobrar sua oferta ao mercado, gerando assim maiores lucros.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramenta. Capacidade de produção. Desidratação de frutas.

ABSTRACT

The increase of competitiveness edge on fruit processing market around the world is making companies of this sector search for constant improvements. The present paper presents the Fast Exchange of Tools been used like a technique that makes possible to the studied company be more competitive. The same has like general objective the non working time of machines reduced using the cited techniques, increasing the production capacity of the company. Its presented a theoretical review of all addressed subject, with emphasis on Fast Exchange of Tools Theory. The case presented on this paper presents the steps of application of the cited techniques on dehydration sector, as well as the obtained gain by a company of fruit dehydration sector on Uruburetama-CE. It will be presented production indicators of the old scene and of the current one, proposing this way an answer for the quest of the research problem and general objective upshot. It was concluded in gain for the company a increase on production capacity, been the same able to double it market offer, engender higher profits.

Key-words: Fast Exchange of Tools. Production Capacity. Fruit Dehydration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Representação gráfica do tempo de <i>Setup</i> | 20 |
| Figura 2 – Representação gráfica dos estágios da TRF..... | 26 |
| Figura 3 – Fixação do batente..... | 30 |
| Figura 4 – Diagrama de Gantt resultante do cenário anterior..... | 43 |
| Figuras 5 e 6 – Quantidade de carros desidratadores (antes e depois) | 46 |
| Figura 7 – Modelo Esquemático da Circulação de Ar na Estufa..... | 48 |
| Figuras 8 e 9 – Válvula reguladora de vapor e escotilhas de exaustão..... | 50 |
| Figura 10 – Gráfico de <i>Gantt</i> resultante do cenário atual..... | 53 |
| | |
| Gráfico 1 – Representação gráfica da relação entre custo variável, fixo e total..... | 33 |
| Gráfico 2 – Representação gráfica da Função Receita..... | 34 |
| Gráfico 3 – Exemplo do Gráfico de <i>Gantt</i> | 36 |
| | |
| Quadro 1 – Resumo das atividades da empresa..... | 38 |
| Quadro 2 – Fluxo de produção do processo de desidratação..... | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Comparativo entre exportações de frutas processadas e frescas..... | 13 |
| Tabela 2 – Listagem das atividades em relação ao tempo..... | 43 |
| Tabela 3 – Custos incorridos na primeira melhoria..... | 47 |
| Tabela 4 – Custos incorridos nas modificações das estufas..... | 50 |
| Tabela 5 – Listagem das atividades em relação ao tempo II..... | 52 |
| Tabela 6 – Comparação dos indicadores Natuserra..... | 55 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | Contextualização..... | 1 |
| | | 3 |
| 1.2 | Objetivos..... | 14 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral..... | 14 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos..... | 14 |
| 1.3 | Justificativa..... | 15 |
| 1.4 | Metodologia..... | 16 |
| 1.5 | Estrutura do Trabalho..... | 17 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 18 |
| 2.1 | Definição de Setup..... | 18 |
| 2.2 | Atividades que Agregam Valor e que não Agregam Valor (AV e NAV)..... | 20 |
| 2.3 | Troca Rápida de Ferramentas..... | 21 |
| 2.3.1 | Introdução..... | 21 |
| 2.3.2 | Evolução..... | 22 |
| 2.3.3 | Estágio de Consolidação da TRF..... | 23 |

| | | | | |
|---------|--------------------|------------|-----------|------------|
| 2.3.3.1 | Estágio | | | |
| | Inicial..... | | | 23 |
| 2.3.3.2 | Estágio | | | |
| | Um..... | | | 24 |
| 2.3.3.3 | Estágio | | | |
| | Dois..... | | | 24 |
| 2.3.3.4 | Estágio | | | |
| | Três..... | | | 25 |
| 2.3.4 | Técnicas | para | Aplicação | da |
| | TRF..... | | | 27 |
| 2.3.5 | Benefícios | Obtidos | através | da |
| | TRF..... | | | 32 |
| 2.4 | Gráfico | | | de |
| | <i>Gantt</i> | | | 35 |
| 3 | ESTUDO DE | | | |
| | CASO..... | | | 35 |
| 3.1 | A | | | |
| | empresa..... | | | 35 |
| 3.1.1 | Um | | | Breve |
| | Histórico..... | | | 35 |
| 3.1.2 | Produção | | | |
| | Atualmente..... | | | 37 |
| 3.1.2.1 | Banana | | | |
| | Desidratada..... | | | 37 |
| 3.1.2.2 | Doce | | | |
| | Bananada..... | | | 37 |
| 3.1.2.3 | Farinha | da | Casca | da |
| | Banana..... | | | 38 |
| 3.2 | Cenário | | Antes | das |
| | Melhorias..... | | | 38 |
| 3.2.1 | Atividades | realizadas | no | expediente |
| | antes | | | das |
| | melhorias..... | | | 39 |

| | | | | | |
|-------|---------------------|-----------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 3.2.2 | Dados | Coletados | Antes | das | |
| | Melhorias..... | | | | 42 |
| 3.3 | Melhorias | | | | |
| | Realizadas..... | | | | 42 |
| 3.3.1 | Estudo | do | <i>Setup</i> | – | “Aplicação da Técnica Um”..... |
| | | | | | 43 |
| 3.3.2 | Primeira | Melhoria | – | “Aplicação da Técnica Cinco”..... | 43 |
| 3.3.3 | Segunda | Melhoria | – | “Aplicação da Técnica Oito”..... | 45 |
| 3.4 | Cenário | | Após | as | |
| | Melhorias..... | | | | 49 |
| 3.4.1 | Expediente | | Após | as | |
| | Melhorias..... | | | | 49 |
| 3.4.2 | Dados | Coletados | Após | as | |
| | Melhorias..... | | | | 52 |
| 3.5 | Resultados | | | e | |
| | Discussões..... | | | | 53 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | | | | |
| | 55 | | | | |
| 5 | REFERÊNCIAS | | | | |
| | BIBLIOGRÁFICAS..... | | | | |
| | 57 | | | | |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com o aumento das exigências para a redução de custos, as empresas são pressionadas a buscar constantes melhorias a fim da redução dos desperdícios em toda a cadeia de processos produtivos. As inúmeras mudanças implementadas nos processos de produção são resultados da constante exigência dos mercados, gerando assim a corrida denominada de competitividade.

As empresas que possuem processos produtivos orientados para o tipo “batelada” ou lote tem suas perdas sempre potencializadas, pois os desperdícios, quando ocorrem, atingem todo o lote em processo de uma só vez. Respondendo a esse estímulo do mercado, as empresas beneficiadoras de frutas ao redor do mundo vêm modificando seus processos com a finalidade de se tornarem cada vez mais competitivas. Abaixo, segue uma tabela que mostra a relação entre o mercado de frutas processadas e o de frutas frescas. A importância do mercado das frutas processadas é tão maior que o valor movimentado por ele é de aproximadamente quatro vezes mais que o de frutas frescas.

Tabela 1 – Comparativo entre exportações de frutas processadas e frescas

| EXPORTAÇÕES (EM R\$) | | |
|----------------------|------|------|
| | 2009 | 2010 |
| | | |

| | | |
|-------------|-------------------|-------------------|
| Processadas | R\$ 2.065.024.054 | R\$ 2.223.730.443 |
| Frescas | R\$ 559.499.886 | R\$ 609.612.136 |

Fonte: Estatísticas do Instituto Brasileiro de Frutas (2009-2010)

Analisando a tabela exposta, nota-se o quão maior é o mercado de exportação de frutas processadas em relação ao de frutas frescas. Ainda na tabela, observa-se a grande atratividade que o referido mercado apresenta as empresas brasileiras, pois o mesmo movimenta bilhões por ano, atraindo assim a atenção das mesmas. Buscando atrair uma maior parte desse mercado, atualmente, diversas técnicas são utilizadas pelos gestores ao redor do mundo com o objetivo de reduzir os desperdícios, tornando assim as empresas beneficiadoras de frutas mais competitivas. Nessa linha de raciocínio, técnicas que visam à redução do tempo de máquina parada são muito utilizadas, pois seus resultados alteram diretamente a capacidade produtiva sem que haja um novo aporte de capital com o intuito de adquirir novas máquinas.

Esse trabalho busca mostrar o aumento da capacidade de produção de uma indústria, reduzindo-se o tempo de máquina parada a partir da análise do ciclo produtivo com foco na redução do *setup* através da aplicação das Técnicas de Troca Rápida de Ferramentas.

O trabalho foi realizado numa empresa de pequeno porte, do ramo de desidratação de frutas, com sistema de produção em batelada, localizada no estado do Ceará e inserida em um mercado que apresenta um crescimento vertiginoso nos dias de hoje. De acordo com o SEBRAE (2011), um importante empresário do ramo disse: “Frutas secas representam grande oportunidade de mercado’. ‘Hoje em dia, o consumidor quer a fruta quase mastigada’.”

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Melhoria do processo produtivo numa empresa do ramo de desidratação de frutas através da redução do tempo de máquina parada com a utilização de técnicas de TRF.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

Para atingir o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Analisar o processo atual através do detalhamento das atividades pertencentes ao *setup*;
- ✓ Mapear o fluxo de produção, detalhando os processos de fabricação da empresa em estudo;
- ✓ Identificar os pontos propícios a melhorias no processo de *setup* na empresa em estudo;
- ✓ Propor e explicar passo a passo mudanças no processo de *setup* na empresa em estudo;
- ✓ Analisar e discutir os ganhos obtidos com as modificações no processo de *setup* na empresa em estudo.

1.3 **Justificativa**

Projetos cujo objetivo recai sobre a redução de desperdícios nos sistemas produtivos estão se tornando comuns nos atuais sistemas de gestão. Com o aumento do consumo de frutas desidratadas, torna-se vital para as empresas do ramo perseguirem diferenciações e com isso conquistem uma fatia do mercado.

Levando em consideração que os altos preços praticados pelos fabricantes hoje são decorrência dos altos custos, qualquer melhoria implementada no processo produtivo que culmine na redução de custos pode ser considerada uma grande aliada na busca por ampliar o mercado.

Com isso, esse trabalho tem a importância de demonstrar que uma redução de desperdício, em consequência queda nos custos, pode ser fruto de uma mudança no processo produtivo com o objetivo de reduzir o tempo de máquina parada. Além disso, com o estudo de caso aqui apresentado, tornam-se mais expressivos os ganhos que uma empresa do ramo de beneficiamento de frutas pode obter através dessas mudanças no processo.

1.4 Metodologia

Segundo Silva e Menezes (2001), as classificações das pesquisas podem ser feitas da seguinte forma: quanto à natureza, à forma de abordagem do problema, aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos.

Quanto à natureza, classifica-se a pesquisa como aplicada, pois seus objetivos geram conhecimento para aplicação prática e são encaminhados para solução de problemas específicos (GONÇALVES, 2005).

Classifica-se a pesquisa como qualitativa quanto à forma de abordagem, pois, segundo Gonçalves (2005), não faz uso de dados estatísticos na análise do problema. “A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados” (SILVA; MENEZES, 2001).

Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica acerca do assunto proposto foi realizada utilizando livros, dissertações, artigos, Internet e/ou utilização de outros recursos. Paralelo ao estudo bibliográfico foram analisadas passo a passo as ações que uma empresa beneficiadora de frutas tomou com o intuito de reduzir o tempo de máquina parada aplicando técnicas de TRF. Quanto ao estudo de caso, a empresa selecionada reúne características favoráveis ao estudo, como acessibilidade aos dados de indicadores de desempenho relacionados.

Por fim e não menos importante, foram analisados e discutidos os ganhos obtidos pela empresa em questão com as modificações realizadas.

1.5 Estrutura do Trabalho

Neste primeiro capítulo, são apresentados a introdução, os objetivos, a justificativa, a metodologia e a descrição da estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica abordando a literatura utilizada no trabalho.

O terceiro capítulo faz uma descrição da empresa onde o estudo de caso foi realizado, dos processos produtivos da mesma, das implementações realizadas, da análise dos indicadores bem como dos resultados obtidos com as mudanças.

O quarto capítulo é reservado para as conclusões finais e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para um melhor entendimento da análise realizada acerca do estudo de caso apresentado nesse trabalho, o capítulo que aqui segue trás diversos conceitos. Dentre eles, abordado mais profundamente, tem-se a definição dos conceitos da Troca Rápida de Ferramentas, bem como sua evolução, suas funções, seus estágios para implantação e os benefícios obtidos através da aplicação da referida técnica. Não menos importante, mas abordado mais superficialmente para não perder o foco do trabalho, serão apresentados também os seguintes tópicos:

- ✓ Atividades que Agregam Valor e que Não Agregam Valor, um conceito fundamental para se alcançar uma Produção Enxuta;
- ✓ Custo, Lucro e Faturamento, conceitos para que os ganhos do estudo de caso sejam entendidos mais facilmente;
- ✓ Gráfico de *Gantt*, uma forma de disposição (apresentação) das atividades executadas que facilita a interpretação das mesmas.

2.1 Definição de *Setup*

De acordo com Moura (1996), a definição de *setup* se dá por um conjunto de atividades necessárias que são realizadas desde a confecção da última peça do lote anterior até a confecção da primeira peça conforme as especificações do projeto do lote posterior.

Seidel (2003) afirma que o *setup* são os atos necessários para trocar e ajustar os ferramentais de um determinado equipamento no qual está produzindo um determinado modelo de peça e passará a produzir outro modelo.

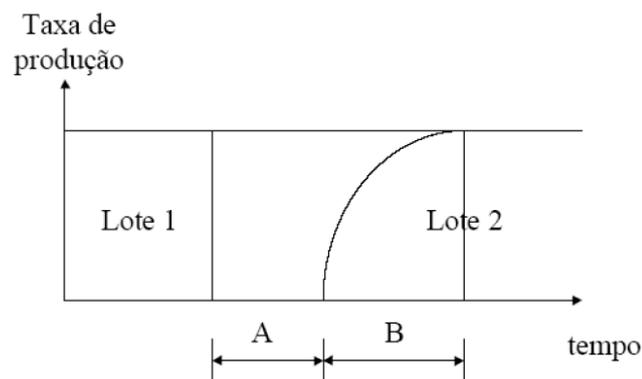
Com base na literatura exposta, pode-se definir a atividade de *setup* como um processo de preparação e ajuste de um determinado equipamento com a finalidade de produzir um modelo diferente do qual estava sendo produzido anteriormente ao mesmo.

Também segundo Seidel (2003), o tempo de *setup* pode ser definido como o período decorrido desde a última peça boa (dentro das especificações do projeto) do lote anterior produzida pelo equipamento até a produção da primeira peça boa do lote subsequente. Todas as regulagens e medições necessárias para alcançar as especificações de projeto estão incluídas nesse tempo.

De acordo com Black (1998), o tempo total de *setup* é definido como o tempo levado desde a saída da última peça boa (dentro das especificações de projeto) da configuração anterior até a primeira peça boa da próxima configuração.

Com base no exposto, pode-se definir o tempo de *setup* não apenas como o tempo necessário para realizar as mudanças no equipamento, mas como o tempo necessário até ser produzida a primeira peça de acordo com as especificações. A seguir temos uma representação gráfica na qual ilustra o tempo da atividade de *setup*.

Figura 1 – Representação Gráfica do Tempo de *Setup*



Fonte: McIntosh (1998)

Com a representação gráfica exposta, podem-se entender melhor os dois momentos contidos no tempo de *setup*.

De acordo com McIntosh (1998), no “momento A”, logo após o cessar do “Lote 1”, são realizadas todas as alterações que necessariamente só podem ser efetuadas com a máquina parada (sem produzir). Alterações de matrizes, ferramentas ou tintas são exemplos dessas alterações.

De acordo com McIntosh (1998), no “momento B”, logo após o “momento A”, são iniciados os ajustes mais finos. Ajustes esses a fim de aproximar as especificações das peças produzidas as especificações contidas no projeto do produto. Tais ajustes devem ocorrer com a máquina em funcionamento, pois sempre será necessária a comparação da peça produzida com a peça ideal. Regulagem de pressão (força exercida pela máquina), ajustes nos tinteiros e nas folgas de um equipamento são exemplos desses ajustes.

Pode-se ver que ao final do “momento B”, ou seja, ao final dos ajustes, o equipamento passa a produzir o “lote 2” com a taxa de produção especificada no processo.

2.2 Atividades que Agregam Valor e que não Agregam Valor (AV e NAV)

É conveniente iniciar esse tópico elucidando que não existe uma definição universal de valor agregado, mas somente as noções existentes já contribuem bastante para o melhor entendimento desse trabalho.

De acordo com Womack e Jones (1998), classificam-se como “Atividades que Agregam Valor ao Produto” as atividades que estão relacionadas diretamente com a transformação ou construção do produto a partir de subprodutos. Ou seja, são atividades ligadas diretamente com a geração do produto que o público alvo (cliente) da empresa deseja. O tempo na qual uma impressora está distribuindo tinta no papel, o tempo na qual uma furadeira leva para abrir um furo em um aro esportivo e o tempo que um celular leva para ser montado são exemplo de atividades que agregam valor ao produto final.

De acordo com Womack e Jones (1998), as “Atividades que não Agregam Valor ao Produto” podem ser classificadas como atividades que não influem em nada no valor do produto. Ou seja, podem até estar relacionadas com a transformação do produto, mas o cliente não está disposto a pagar um preço maior em decorrências dessas atividades. São atividades que pouco importam ao cliente se foram ou não realizadas. Movimentações

desnecessárias devido erros no layout, inspeções de qualidade e até mesmo o processo de *setup* são atividades que, independente de serem necessárias ou não, não agregam valor ao produto final.

Com base no exposto, as “Atividades que agregam Valor” são atividades que devem receber mais atenção da gerência em detrimento das “Atividades que não Agregam Valor”. De uma maneira mais clara, é melhor para a gestão de uma empresa reduzir ao máximo as atividades que não mudarão o valor final do produto (NAV) para direcionar a atenção e os esforços para as atividades que mudarão o valor final do produto (AV).

2.3 Troca Rápida de Ferramentas

2.3.1 Introdução

Segundo Shingo (2000), a adoção da técnica da Troca Rápida de Ferramentas é a maneira mais eficaz de se reduzir o tempo de *setup*.

De acordo com Lécio (2003), a TRF sugere que as trocas sejam realizadas em menos de dez minutos, ou seja, em menos de um dígito.

Segundo Shingo (2000), inserida na metodologia do Sistema Toyota de Produção, a TRF pode ser definida como um conjunto de técnicas que possibilitam a redução do tempo de *setup*. Com a proposta de tornar o tempo de *setup* menor do que dez minutos e tendo como base um sistema que visa à redução de desperdícios (Sistema Toyota de Produção), a referida técnica tem como principal ganho o aumento da capacidade das máquinas, ajudando assim na produção como um todo.

2.3.2 Evolução

Foi no ano de 1950 que Shigeo Shingo, com o objetivo de solucionar o problema de gargalo na área da estamparia causado por três grandes prensas, foi contratado pela Mazda. Utilizadas na confecção de painéis, as prensas de 350, 750 e 800 toneladas eram as responsáveis pelo gargalo. Após um estudo dos tempos dos processos, Shingo concluiu que nenhuma das prensas estava trabalhando em plena capacidade e que se perdia muito tempo com a troca de ferramentas (matrizes). Após isso, Shingo identificou traços comuns nas atividades e definiu que o tempo de preparação de máquina teria uma melhor análise se dividido em dois. Eram eles: tempo de *setup* interno, as quais compunham as atividades que necessariamente só poderiam ser efetuadas com a máquina completamente parada; tempo de *setup* externo, as quais compunham as atividades que poderiam ser efetuadas com a máquina funcionando. Ao final do trabalho, Shingo alcançou o objetivo de solucionar o gargalo do referido setor e deu os primeiros passos para consolidar a TRF (SHINGO, 1996).

No ano de 1957, agora na Mitsubishi, Shingo foi chamado com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva de uma grande plaina mecânica. Utilizada para usinar a base de motores a diesel de dez toneladas, a referida plaina necessitava de um aumento na produtividade. Shingo logo percebeu que a atividade de centragem da base dos motores era realizada acima da mesa da plaina, contribuindo para aumentar bastante o tempo de máquina parada. Modificando o processo para que a operação de centragem fosse realizada acima de uma mesa reserva e, só após isso, levada a plaina, Shingo conseguiu ganhos na produtividade em torno de 40% (SHINGO, 1996).

Em 1970, já na Toyota Motor Company, Shingo, no setor de carrocerias, teve seu terceiro contato com a TRF. Com a missão de reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de mil toneladas de 4 horas para 2 horas (tempo levado pela Volkswagen para realizar a mesma atividade), Shingo utilizou novamente a classificação das atividades em interna e externa. Em seis meses o tempo de *setup* havia reduzido para 1h30min. A partir disso, a TRF, dentro da Toyota, passou a ser denominada por *Single Minute Exchange of Die* (troca de ferramentas em um minuto), foi acrescida com novas técnicas para redução do tempo de *setup* e difundida para todas as fábricas da divisão. Com o passar dos anos, a o SMED

passou a ser um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção (SHINGO, 1996).

2.3.3 Estágio de Consolidação da TRF

Segundo Shingo (2000), o nível de implantação e maturidade da TRF em um determinado equipamento ou organização pode ser mensurado de acordo com quatro estágios.

2.3.3.1 Estágio Inicial

Segundo Shingo (2000), esse é considerado o estágio mais prematuro. Nele não há nenhuma preocupação em distinguir *setup* interno de externo. Erros básicos que contribuem para o aumento do tempo de *setup* são bastante comuns nesse estágio. A seguir temos alguns exemplos desses erros.

- ✓ O lote seguinte de matéria-prima só é retirado do estoque após o término da produção do lote atual e do desligamento da máquina;
- ✓ O transporte dos produtos acabados até o estoque é realizado com a máquina parada;
- ✓ As peças e ferramentas necessárias para a realização do *setup* só serão dispostas após o início do mesmo. Da mesma forma, as ferramentas e as peças restantes ao final do *setup* são transportadas para o estoque com a máquina ainda desligada.

Esses são apenas alguns erros cometidos por diversas empresas. Vale ressaltar que muitas delas, por falta de uma boa gestão, sequer sabem dessas perdas que contribuem para o aumento do tempo de *setup*.

2.3.3.2 *Estágio Um*

Segundo Shingo (2000), esse é considerado o estágio mais importante na implementação da TRF. A partir dele todas as atividades inerentes ao *setup* são classificadas e, se necessariamente são realizadas com a máquina parada, são tidas como internas, ou, se podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, são tidas como externas.

Ainda segundo (2000), também é aconselhável a realização de uma lista na qual a mesma contenha tudo que é necessário para a operação de *setup*. Nome, especificações, quantidade, parâmetros e valores numéricos são campos imprescindíveis nessa lista. A lista deve ser checada antes do início da operação de *setup* e tudo que é necessário para o mesmo, sendo itens que já constam na lista, devem ser dispostos o mais perto possível da máquina. Nesse estágio também deve ser pesquisados métodos de como deslocar os componentes necessários citados acima para próximo da máquina. Podem ser utilizados carros transportadores, caixas de ferramentas, etc.

2.3.3.3 *Estágio Dois*

Segundo Shingo (2000), esse é o estágio na qual ocorrem as otimizações. É nele que são convertidas, obviamente se possíveis, as atividades de *setup* interno em externo. Ou seja, são descobertas as atividades que antes eram realizadas com a máquina parada que, com algumas modificações no processo ou nos equipamentos, podem passar a ser realizadas com a máquina em funcionamento. Realizar um pré-aquecimento em uma matriz de injeção evitando dispêndio de tempo para que a mesma seja aquecida na máquina,

obviamente sem produção, é um exemplo clássico de conversão de *setup* interno em externo.

2.3.3.4 Estágio Três

Esse, segundo (2000), é considerado o estágio das melhorias adicionais. Ou seja, após a passagem pelos estágios um e dois, é de suma importância que a gerência pratique uma cultura de melhoria contínua, estudando sempre formas adicionais de melhorar a atividade de *setup*.

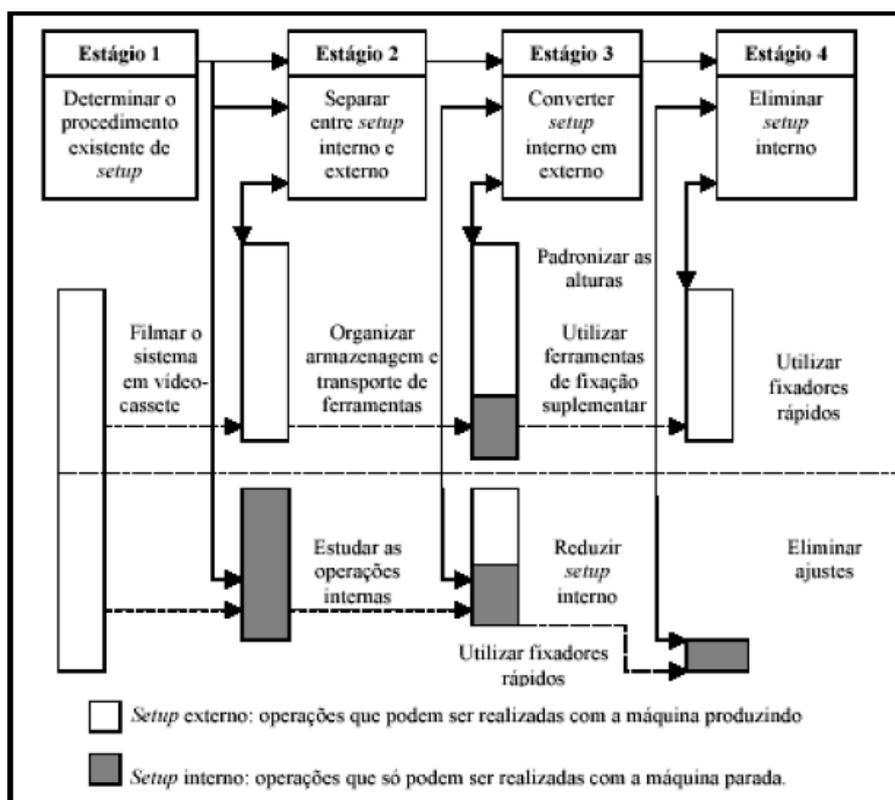
Ainda segundo Shingo (2000), dentre as inúmeras melhorias que podem ser implementadas para redução do tempo de *setup*, as mais eficazes ao longo de seus trabalhos se mostraram ser as seguintes:

- ✓ Separação bem definida entre *setup* interno e externo;
- ✓ Conversão total do *setup* interno em externo;
- ✓ Eliminação de ajustes;
- ✓ Fixação sem parafusos.

De acordo com sua vasta experiência no assunto, Shingo (2000) afirma que essas melhorias, se aplicadas corretamente, podem reduzir o tempo de *setup* para menos de 5% dos tempos iniciais.

A seguir temos uma representação gráfica dos estágios da TRF afim de tornar mais evidente o avanço do processo com a evolução dos estágios.

Figura 2 – Representação gráfica dos estágios da TRF



Fonte: Black (1998).

De acordo com as considerações realizadas anteriormente, a representação gráfica elucida de forma clara as mudanças ocorridas no processo de *setup*. Além da divisão do que antes cabia a ser apenas um processo (divisão do *setup* genérico em interno e externo), cada parte da atividade foi otimizada e com isso reduzida ao longo dos estágios.

Os funcionários não acreditam na idéia de que o *setup* pode ser melhorado devido à crença de que o sistema atual já é muito bom. Também acreditam que são necessários grandes investimentos, o qual não é. TRF é tão somente uma análise de tempos e movimentos, um método científico e senso comum, que aplicado ao processo de *setup*, permite aperfeiçoar-lo (BLACK, 1998).

2.3.4 *Técnicas para Aplicação da TRF*

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), para a redução do tempo de *setup* através da aplicação da TRF, alguns técnicas deve ser seguidas. A seguir listamos as sete técnicas recomendadas por eles.

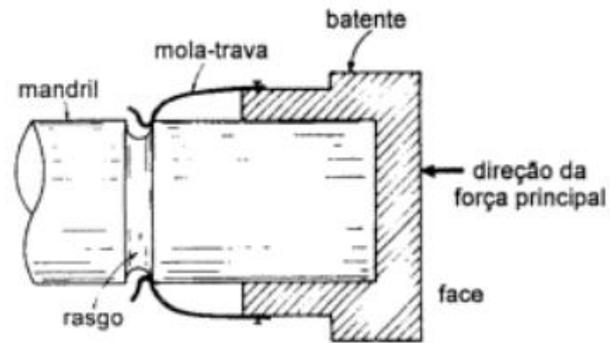
- a) Através da documentação do processo de *setup* atual, buscar eliminar passos que mostrem ser desnecessários e reduzir o tempo dos passos indispensáveis;
- b) Classificar e separar as atividades de *setup* interno (atividades que necessariamente devem se realizadas com a máquina totalmente parada) das de *setup* externo (atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento);
- c) Nas atividades de *setup* interno que apresentem a possibilidade de serem transformadas em *setup* externo, buscar uma forma de fazer;
- d) Planejar e preparar com antecedência o processo de *setup* antes da parada da máquina;
- e) Modificar os equipamentos para que possibilitem a execução do *setup* apenas por uma pessoa;
- f) Priorizar a simplificação do processo de *setup*, buscando organizar a máquina com processos similares e evitando modificar muito de produto;

- g) Treinar os funcionários responsáveis com os processos de *setup*.

Segundo Shingo (1996), o tempo de *setup* pode ser compreendido em quatro funções, são elas: preparação de matéria-prima, dispositivos de montagens, acessórios e etc, aos quais correspondem a 30% do tempo total; fixação e remoção de matrizes e ferramentas, aos quais correspondem 5% do tempo total; centragem e determinação das dimensões das ferramentas, aos quais correspondem a 15% do tempo total e os processamentos iniciais e ajustes, aos quais correspondem 50% do tempo total de *setup*. Ainda segundo ele, existem oito principais técnicas contidas na TRF que contribuem para reduzir o tempo gasto em cada uma dessas áreas. A seguir listamos e comentamos as oito técnicas sugeridas por ele.

- a) Técnica Um – Classificar as Operações: segundo Shingo (1996), deve-se classificar dentre as atividades do *setup* quais só podem ser realizadas com a máquina parada (*setup* interno) e quais podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo). Após essa classificação as atividades devem ser organizadas de forma que a máquina só fique parada no momento o qual estiverem sendo realizadas as atividades de *setup* externo. Através, simplesmente, dessa classificação e organização, Shingo, em seus trabalhos de campo, obteve resultados de 30% a 50% na redução no tempo de *setup* interno (paradas equivocadas de máquina).
- b) Técnica Dois – Converter *Setup* Interno em Externo: esta técnica é considerada por Shingo (1996) a mais poderosa do conceito TRF, afirmando que sem ela jamais seria possível reduzir os tempos de *setup* para dez minutos ou menos. Tal técnica parte do princípio de reexaminar detalhadamente as operações checando se não houve nenhum equívoco na classificação anterior e buscando maneiras de transformar as atividades do *setup* interno em externo.

- c) Técnica Três – Padronizar Função: segundo Shingo (1996), ligada a máquinas que produzem vários modelos de peças, essa técnica consiste em padronizar uniformidades na função e não na forma das ferramentas (matrizes, bicos injetores, etc.). Por exemplo, é mais viável padronizar os tamanhos das matrizes de prensagem através de calços ou placas do que confeccionar todas as matrizes do mesmo tamanho. Dessa forma, seriam evitados uma série de ajustes na prensa (regulagens de mesa, ajustes nas pinças, etc.) e ainda assim seriam economizados os materiais utilizados na fabricação de todas as matrizes, já que, na padronização por forma (tamanho), todas teriam que ser necessariamente do mesmo tamanho da maior matriz.
- d) Técnica Quatro – Utilizar de Grampos e não Parafusos: segundo Shingo (1996), indo de encontro aos mecanismos de fixação, a utilização de parafusos consome um tempo muito grande no *setup*, pois, mesmo possuindo várias roscas, apenas as últimas são responsáveis pela fixação. Além disso, Shingo sugere a utilização de vários outros métodos não convencionais, mas que podem reduzir drasticamente o tempo de *setup*. Cunhas, ressaltos, prendedores, molas e pinos são alguns dos dispositivos sugeridos por ele para a substituição do parafuso, economizando assim o tempo gasto para fixar o mesmo. No período em que trabalhou na Mitsubishi, Shingo (1996) reduziu o tempo de *setup* de uma mandrilhadora eliminando alguns parafusos de fixação ao qual tinha como principal entrave a dificuldade no acesso ao mesmo (difícil localização do mesmo). Examinando as forças exercidas na peça a qual o parafuso fixava, ele deduziu que a direção na qual a força atuava não contribuía para a movimentação da peça em questão. Logo, realizando algumas modificações nas peças, os parafusos foram substituídos por grampos de fixação rápida (mola-trava). A seguir temos uma figura para melhor compreensão da modificação realizada.



Fonte: Shingo (1996, p. 84)

- e) Técnica Cinco – Utilizar Dispositivos Intermediários: segundo Shingo (1996), ajustes durante o *setup* interno geram esperas que podem ser eliminadas através da utilização de dispositivos intermediários. Enquanto a peça presa a um dispositivo da máquina está sendo processada, a próxima já pode ser preparada em outro dispositivo semelhante para que o tempo necessário para os ajustes seja reduzido. Um bom exemplo da aplicação dessa técnica é o caso da Mitsubishi ao qual já foi relatado nesse capítulo. Com o objetivo de aumentar a produtividade da plaina, Shingo (1996) sugeriu que todas as regulagens de centralização fossem realizadas em uma base extra fora da máquina e, apenas quando a peça atual fosse concluída, a base da máquina fosse substituída pela base com a nova peça a ser produzida, economizando o tempo no qual a máquina permanecia parada para que fossem realizadas todas as regulagens.
- f) Técnica Seis – Adotar Operações Paralelas: segundo Shingo (1996), máquinas como injetoras de plástico envolvem trabalho de *setup* nas duas laterais ou na parte frontal e posterior da máquina, ou seja, existem máquinas no qual os ajustes de *setup* devem ser realizados em dois locais diferentes. Se apenas um operário executar a operação de *setup*, muito tempo será desperdiçado com a movimentação do mesmo em torno da máquina. Shingo afirma que, se as operações forem realizadas simultaneamente por dois funcionários, o tempo total de *setup* será reduzido em mais de 50%, pois, além das duas partes da máquina serem preparadas ao mesmo tempo, haverá toda a economia de tempo gasto com os movimentos do operário. Uma operação realizada em uma hora

por um trabalhador pode ser realizadas em vinte e cinco minutos ou menos por dois operadores.

- g) Técnica Sete – Eliminar Ajustes: como já foi dito no início desse tópico, os ajustes iniciais (teste piloto) da máquina são responsáveis por desperdiçar um tempo de aproximadamente 50% do tempo total de *setup*. Segundo Shingo (1996), a eliminação desses ajustes trás formidáveis economias de tempo. Segundo Shingo (1996), tal tempo pode ser reduzido com a utilização de padrões no ajustes, evitando assim a demora com as regulagens. Um bom exemplo de dispositivos que tornam as regulagens padrões são fins de curso ou esbarros, evitando assim dispêndio de tempo com medições. Obviamente, o melhor tipo de ajuste é não existir nenhum ajuste, mas, segundo Shingo (1996), havia uma fábrica onde um interruptor de fim de curso era utilizado para desligar a máquina quando o ponto final de usinagem dos eixos fosse obtido. Como havia cinco comprimentos de eixos, havia a necessidade de deslocar o fim de curso toda vez que o tipo de eixo fabricado era modificado. A partir de uma análise nos dados históricos do *setup*, concluiu-se que nunca o fim de curso havia sido posicionado sem que no mínimo o menos houvesse sido ajustado quatro vezes. Indo de encontro a técnica de eliminação de ajustes, Shingo propôs a instalação de um fim de curso em cada posição já predefinida, assim, ao invés de apenas um, o torno passou a ter cinco fins de curso. Dessa forma, a movimentação do mesmo deixou de ser necessária e o *setup* passou a ser apenas o toque no botão para ativar o funcionamento do fim de curso correspondente ao eixo produzido.
- h) Técnica Oito – Mecanização: segundo Shingo (1996), a técnica de mecanização, ou seja, substituição de grande parte do equipamento por uma mais moderna, pois, além de requerer grande investimento de capital, reduz o tempo de *setup* em um primeiro momento, mas não irá remediar as ineficiências básicas de um processo de *setup* mal planejado. A mecanização, segundo Shingo (1996), só deve ser considerada após haver sido feito todo o esforço possível para melhorar o tempo de *setup* através das outras sete técnicas descritas. As sete primeiras técnicas podem reduzir um *setup* de 2 horas para

apenas 3 minutos, enquanto a mecanização irá reduzir esse tempo em apenas mais 1 minuto.

2.3.5 Benefícios Obtidos através da TRF

Segundo Shingo (1996), ao final de todo o exposto afirma que os principais benefícios obtidos através da adoção das técnicas contidas na TRF são:

- ✓ Ao reduzir os tempos de *setup*, as taxas de utilização de máquina aumentarão substancialmente;
- ✓ Também com a redução do *setup*, é possível a produção em pequenos lotes, reduzindo significadamente os estoques de produtos acabados e a geração de estoques entre processos (estoque intermediário);
- ✓ Com um *setup* mais flexível, a produção pode responder mais rapidamente às flutuações da demanda.

2.4 Gráfico de Gantt

Antes de iniciar o conteúdo do tópico, vale salientar que a idéia central de todo o trabalho é a aplicação da TRF no estudo de caso. Dessa forma, o conteúdo do Gráfico de *Gantt* será abordado de uma forma mais superficial, pois tem apenas o papel de organizar as informações de uma forma que o leitor obtenha uma melhor compreensão.

Segundo Guimarães (2004), foi no ano de 1903 que Henry L. *GANTT* apresentou seu revolucionário estudo à American Society Of Mechanical Engineers (ASME). Com o título de “A graphical daily balance in manufacturing”, *Gantt* descreveu

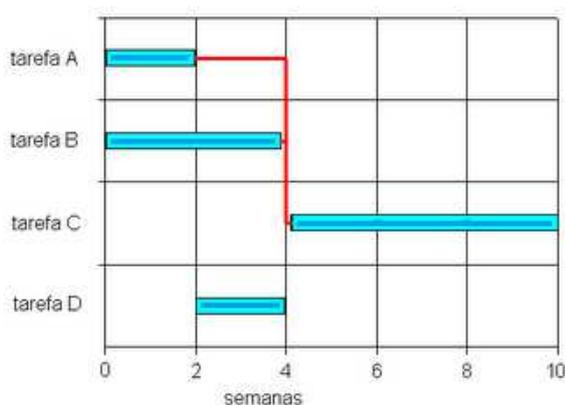
seu método gráfico para acompanhamento dos fluxos de produção, no qual gráficos com barras representam tarefas e etapas de um processo. Tal método foi largamente usado na Primeira Guerra Mundial no gerenciamento da produção de navios.

Segundo Cotas (1987), a aplicação do gráfico de *Gantt* possibilitou os primeiros esforços científicos para o planejamento de um projeto no início do século XX. O método foi utilizado na execução de grandes obras, em especial a represa Hoover.

Segundo Guimarães (2004), o gráfico de *Gantt* (ou diagrama) é uma ferramenta poderosa a qual possibilita a modelagem e a planificação de tarefas necessárias para a realização de uma atividade.

Segundo Guimarães (2004), o Gráfico de *Gantt* nada mais é do que a disposição gráfica das atividades que, assumindo a forma de barras, são dispostas em um plano de acordo com a sua precedência em relação às outras atividades do processo. O tamanho da barra é diretamente relacionado com a duração da atividade. Com isso, tanto o gerenciamento da execução das atividades como as folgas existentes entre as mesmas tornam-se mais eficientes. Na próxima página segue um exemplo simples do Gráfico de *Gantt* para um melhor entendimento do exposto.

Gráfico 3 – Exemplo do Gráfico de *Gantt*



Fonte: Papo Empreendedorismo (2011).

Interpretando o exemplo, pode-se ver que o processo descrito no gráfico possui uma duração total de dez semanas, mas o mesmo é dividido em quatro tarefas. A “tarefa A”, com duração de duas semanas, juntamente com a “tarefa B”, com duração de quatro

semanas, além de possuírem uma relação de paralelismo, pois são executadas paralelamente (ao mesmo tempo), são as primeiras a serem iniciadas. A “tarefa C”, com duração de seis semanas, possui uma relação de precedência com as “tarefas A, B e C”, pois a mesma só pode ser iniciada após a conclusão dessas três. A “tarefa D”, com duração de duas semanas, possui relação de precedência com a “tarefa A”, pois a mesma só pode ser iniciada após a conclusão da mesma.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

O estudo de caso que aqui segue, retrata a redução do tempo de *setup* de uma empresa beneficiadora de frutas do estado do Ceará através da utilização das técnicas de Troca Rápida de Ferramentas. A exposição do caso se deu em cinco etapas. São elas:

- ✓ Uma breve apresentação da empresa, bem como suas atividades e produtos;
- ✓ Descrição do cenário antes da aplicação da técnica, das atividades realizadas durante o expediente (turno) e dos dados relacionados ao desempenho antigo;
- ✓ A explicação passo a passo das melhorias realizadas e dos custos incorridos nas mesmas;
- ✓ Descrição do cenário após a aplicação da técnica, das atividades realizadas durante o expediente (turno) e dos dados relacionados ao desempenho novo;
- ✓ Análise e discussão acerca dos resultados obtidos com as mudanças.

3.1.1 *Um Breve Histórico*

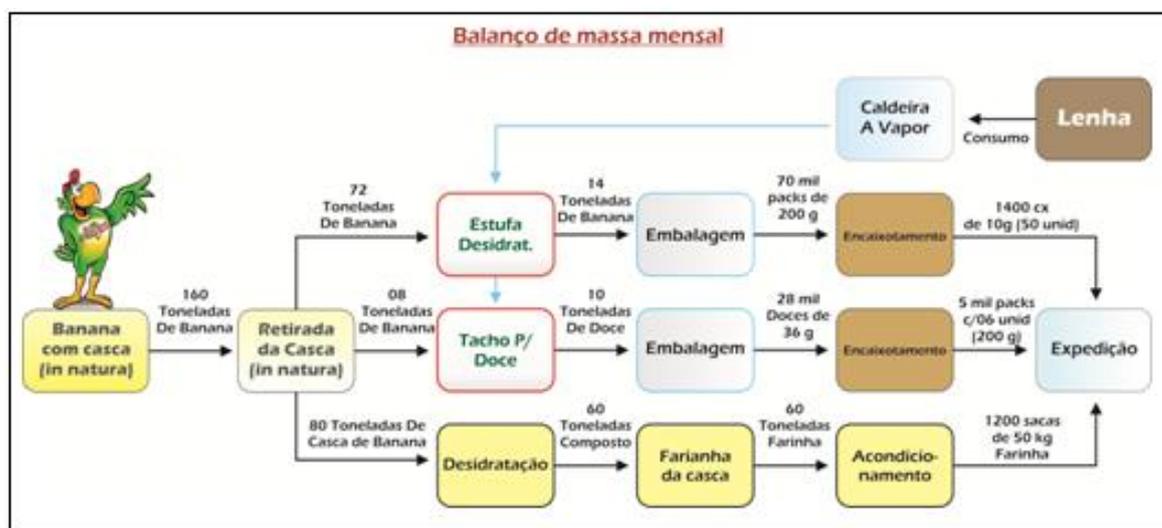
No final de 2011, a partir da visão de três sócios, surgiu a idéia de desenvolver uma organização voltada para o beneficiamento de frutas. Já no ano de 2012, fruto dessa idéia, as instalações físicas da primeira unidade de beneficiamento são concluídas com êxito. Unidade essa que se inicia com aspectos modestos, mas com grande potencial de

desenvolvimento, pois a mesma, antes mesmo de iniciar suas operações, já é a empresa do ramo com maior capacidade de produção no estado do Ceará.

Situada no município de Uruburetama – CE, a Natuserra iniciou suas atividades com foco na bananicultura. Visando atingir mercados específicos, a empresa lançou seus três primeiros produtos: a banana desidratada em embalagens de 100g, 200g e 500g; conhecida também como banana passa ou banana seca; o doce de banana em porções individuais; conhecido também como doce de bananada; e a farinha da casca da banana, sendo essa última voltada para o enriquecimento de ração de suínos. Com o lançamento simultâneo desses três produtos, a Natuserra passou a trabalhar com o pensamento de “Desperdício Zero”.

Partindo do princípio que a instalação em questão possui capacidade para processar oito toneladas diárias de banana *in natura*, pode-se definir o ciclo de produção da seguinte forma. A seguir temos um quadro resumo das atividades da empresa na qual se baseou o estudo de caso.

Quadro 1 – Resumo das atividades da empresa



Fonte: Adaptado de documentos da empresa.

No decorrer do ano de 2013, a Natuserra expandirá suas instalações investindo o dobro do que foi gasto em 2012. O novo aporte consiste na expansão da capacidade de produção da planta atual e na instalação de uma nova planta na região fronteira ao estado

do Rio Grande do Norte. Tendo em vista o grande potencial da referida área na produção de tomates, tal localização se torna estratégica para que a nova planta inicie as atividades da Natuserra na produção de tomates em conserva (tomate seco ou desidratado). Já no segundo ano de atuação da empresa no mercado e tendo fruto o trabalho de qualidade desenvolvido com as redes atacadistas e varejistas da região, a Natuserra pretende ter um nome sólido e de referência no mercado estadual de frutas beneficiadas.

3.1.2 Produção Atual

Como já foi dito, a Natuserra iniciou as atividades no ano de 2013 atendendo a três diferentes mercados. Tal estratégia é fruto direto da produção dos três produtos que originam a mentalidade “Desperdício Zero”, estabelecendo assim uma prática de desenvolvimento sustentável.

3.1.2.1 Banana Desidratada

Unitizadas em embalagens de 100g, 200g e 500g, a banana desidratada Natuserra visa, com seu alto valor agregado, atender aos clientes que primam pela qualidade e sabor refinado. Com a inauguração da planta de Uruburetama – CE, a Natuserra tem capacidade produtiva inicial de aproximadamente 1 tonelada diária de banana desidratada.

3.1.2.2 Doce de Bananada

Unitizados em embalagens de 36g, o doce de bananada Natuserra visa, com seu alto valor nutritivo e funcional, atender e complementar a alimentação escolar de instituições públicas e particulares. Com a inauguração da planta de Uruburetama – CE, a

Natuserra tem capacidade produtiva inicial de aproximadamente 28 mil tabletes mensais de doce de bananada.

3.1.2.3 Farinha da Casca da Banana

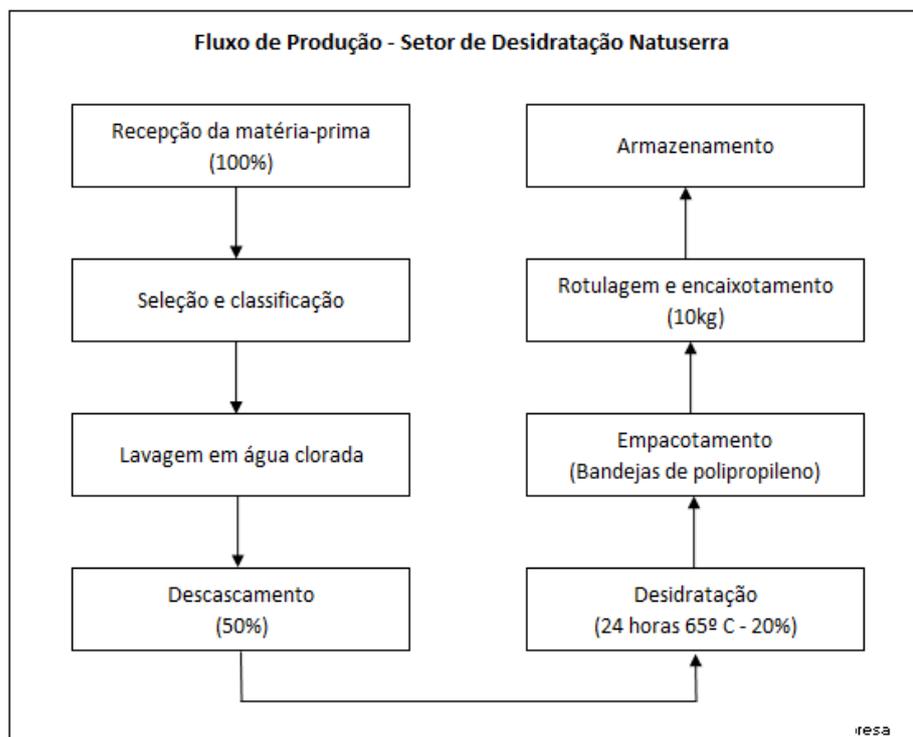
Unitizada em sacos de 50 kg, a farinha da casca da banana Natuserra visa, com seu alto valor energético e fosfórico, complementar a alimentação animal (principalmente de suínos). Contendo substâncias que atuam diretamente nas células responsáveis pela absorção dos nutrientes contidos na ração, o produto aumenta a eficiência energética da alimentação já existente. Com a inauguração da planta de Uruburetama – CE, a Natuserra tem capacidade produtiva inicial de aproximadamente 60 toneladas mensais de farinha da casca da banana.

3.2 Cenário Antes das Melhorias

O trabalho aqui proposto tem por objetivo apresentar melhorias implementadas nas estufas a vapor do setor de desidratação da referida empresa, máquinas essas responsáveis pela produção da banana desidratada.

A seguir temos um quadro resumo na qual é abordado o setor de desidratação como um todo, desde a recepção da matéria-prima até o armazenamento do produto final. Com a observação do mesmo torna-se bem mais fácil o entendimento de todo o fluxo do processo.

Quadro 2 – Fluxo de produção do processo de desidratação



Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

3.2.1 Atividades realizadas no expediente antes das melhorias

O processo de produção da estufa (desidratação) pode ser dividido em cinco macro-processos. Os mesmos estão listados abaixo:

- Expediente A (07h30min AM às 12h00min AM): “*Output*” das bandejas dos carros, sendo destinadas as bananas desidratadas para o setor de embalagem. Cada estufa produz aproximadamente 250kg de produto por batelada, o que equivale a 1.250 pacotes de 200g (produção base). Como a velocidade média de empacotamento é de seis pacotes por minuto, são gastos aproximadamente 3h30min para empacotar toda a produção de uma estufa. Como o expediente é de 4h30min, o funcionário utiliza esse tempo de folga para recuperar algum eventual atraso e para por as bandejas no molho. Após

isso, o funcionário vai almoçar. É utilizado apenas um funcionário por estufa (dois funcionários no total).

- Molho das bandejas (12h00min AM às 13h00min PM): As bandejas das estufas permanecem de molho em uma solução de água com hipoclorito de sódio para retirar o excesso de frutose proveniente da produção passada.
- Expediente B (13h00min PM às 17h20min PM): “*Input*” das bandejas dos carros com bananas “*in-natura*”, sendo destinados à desidratação. Cada estufa consome aproximadamente 7.500 bananas por produção. Como esse processo possui uma velocidade média de 25 bananas por minuto, e as instalações possuem duas estufas, são necessárias aproximadamente 10h00min para carregar completamente as 92 bandejas. Como o expediente é de 4h20min, são necessários três funcionários para carregar os carros em tempo hábil. No restante do tempo, já que os funcionários estão superdimensionados, eles organizam a fábrica.
- Desidratação (17h20 PM às 01h20min AM): O processo de desidratação consiste na retirada de água através da circulação forçada de ar quente. Para que as bananas atinjam um grau de apenas 25% de umidade são necessárias oito horas de secagem a uma temperatura de 65 graus Celsius.
- Resfriamento (01h20min AM às 07h30min AM): Após as oito horas de secagem os exaustores das estufas são desligados, assim a circulação forçada de ar cessa e todo o conteúdo da mesma se resfria por si só para que atinja temperatura ambiente. Se o produto ainda estiver quente, não se torna possível o manuseio do mesmo do setor de embalagem.

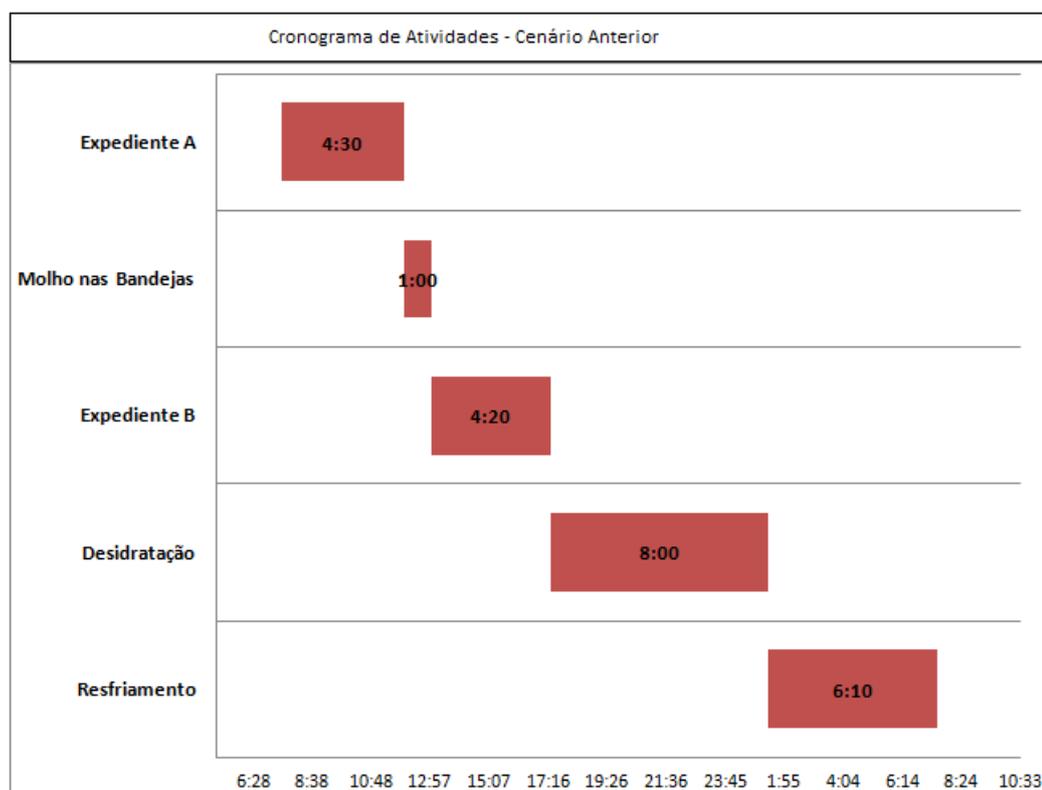
A seguir temos uma tabela com o resumo das atividades referentes ao processo de desidratação.

Tabela 2 – Listagem das atividades em relação ao tempo

| | Início | Duração | Fim |
|--------------------|--------|---------|-------|
| Expediente A | 7:30 | 4:30 | 12:00 |
| Molho nas Bandejas | 12:00 | 1:00 | 13:00 |
| Expediente B | 13:00 | 4:20 | 17:20 |
| Desidratação | 17:20 | 8:00 | 1:20 |
| Resfriamento | 1:20 | 6:10 | 7:30 |

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

A seguir temos o diagrama de *Gantt* referenciando as atividades do processo de desidratação em uma linha do tempo. É importante elucidar que tal gráfico fez parte do estudo de caso apenas para que se possa ficar mais claro a execução das atividades do processo de desidratação em uma ordem cronológica.

Figura 4 – Diagrama de *Gantt* resultante do cenário anterior

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

Com o diagrama, observa-se melhor a disposição das atividades em uma ordem cronológica, bem como as relações de precedência existentes entre as mesmas. Podemos também ver que não há nenhuma atividade realizada em paralelo (ao mesmo tempo) que outra atividade.

3.2.2 Dados Coletados Antes das Melhorias

Equipado com duas estufas movidas a vapor, o setor de desidratação possuía capacidade de processamento de quatro toneladas de banana “*in-natura*” por dia, produzindo assim quinhentos quilos de produto final (banana desidratada).

Levando em consideração que o quilo da banana seca é vendido por aproximadamente R\$ 20,00, pode-se afirmar que o referido setor adicionava ao faturamento da empresa R\$ 10.000,00 por dia.

A produção funcionava apenas em um turno. Também deve ser ressaltado que eram utilizados três funcionários no processo a um custo unitário de R\$ 1.450,00 mensais, resultando assim em um custo de R\$ 4.350,00 mensais com mão-de-obra.

O tempo total de *setup* interno (máquina parada) era de 16h00min.

O tempo de funcionamento das estufas era de 14h30min por dia, sendo que em apenas 8h00min as mesmas estavam de fato agregando valor ao produto, assim tem-se uma taxa de utilização de aproximadamente 33%.

3.3 Melhorias Realizadas

De acordo com a literatura apresentada na Bibliografia, o estágio atual da TRF pode ser classificado como “Inicial”, pois está na forma mais prematura onde não há nem sequer a preocupação em distinguir *setup* interno de externo.

Primeiro, o *setup* foi estudado e analisado como um todo (Técnica Um). Dessa forma, as atividades realizadas durante o *setup* foram classificadas em internas ou externas. Após a classificação, foram implementadas duas melhorias. A primeira possibilita converter uma atividade que antes era classificada como interna para externa, assim sendo realizada com a máquina em funcionamento. A segunda possibilita a redução do tempo de uma atividade interna, reduzindo assim o tempo de máquina parada.

3.3.1 *Estudo do Setup – “Aplicação da Técnica Um”*

No cenário anterior o *setup* era realizado em um tempo total de dezesseis horas e todas as quatro atividades (“Expediente A”, “Expediente B”, “Molho nas Bandejas” e “Resfriamento”) foram classificadas como internas, pois, com a configuração anterior dos equipamentos e ferramentais, as mesmas necessariamente só podiam ser realizadas com as estufas paradas (sem produção).

3.3.2 *Primeira Melhoria – “Aplicação da Técnica Cinco”*

Tal modificação levou em consideração a aplicação da técnica cinco apresentada na Revisão Bibliográfica. Tal técnica consiste na utilização de dispositivos intermediários para diminuir o tempo de *setup* interno, reduzindo assim o tempo de máquina ociosa.

Com a análise realizada no processo de *setup*, foi constatado que se fossem utilizados dispositivos intermediários, ou seja, se carros extras fossem confeccionados, as atividades “Expediente A”, “Expediente B” e “Molho nas Bandejas” deixariam de ser classificadas com interna e passariam a ser externas, pois poderiam ser realizadas ao mesmo tempo em que a atividade “Desidratação” estivesse ocorrendo.

A proposta consistiu em construir carros reservas para que os mesmos pudessem ser preparados para a produção durante o tempo de secagem e não com as máquinas paradas, como era feito antes. Antes existiam apenas quatro carros (dois por

estufa). Foram confeccionados mais oito carros para que, no total de seis por estufas, nunca mais houvesse espera por carros. Com tal modificação, no momento que os carros com as bananas desidratadas são retirados das estufas, os carros “reservas”, já alimentados, podem entrar em produção, reduzindo todo o desperdício que se tinha com a espera para preparar os carros no cenário anterior.

Já que, com a construção dos carros extras, as atividades “Expediente A”, “Expediente B” e “Molho nas Bandejas” passaram a ser atividades de *setup* externo, houve uma redução de 9h50min no tempo de *setup* interno. Ou seja, o *setup* que antes era de 16h00min e todas as suas atividades eram internas, passou a ter apenas 6h10min de atividades internas. Conseqüentemente, 9h50min passaram a ser atividades externas.

A seguir temos fotos dos carros. Pode-se ver na foto da esquerda que a quantidade de carros é bem menor que na foto da direita. A foto da esquerda retrata a quantidade de carros antiga (quatro) e a da direita retrata a quantidade atual (doze).

Figura 5 e 6 – Quantidade de carros desidratadores (antes e depois)



Fonte: Fornecidas pela própria Empresa.

Apesar de serem ínfimos frente aos ganhos obtidos, a seguir temos uma tabela na qual são apresentados todos os custos que incorreram na fabricação dos oito novos carros.

Tabela 3 – Custos incorridos na primeira melhoria

| Gastos com a confecção dos novos carros | | |
|---|--------------------|--------------------|
| | 1 carro | 8 carros |
| Mão-de-obra | R\$ 500,00 | R\$ 4000,00 |
| Perfil I (Barra chata) | R\$ 27,50 | R\$ 220,00 |
| Perfil L (Cantoneira) | R\$ 193,75 | R\$ 1550,00 |
| Rodízios | R\$ 140,00 | R\$ 1120,00 |
| Tela moeda | R\$ 345,00 | R\$ 2760,00 |
| Tinta de alta temperatura | R\$ 312,50 | R\$ 2500,00 |
| TOTAL | R\$ 1206,25 | R\$ 9650,00 |

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

No total, para a fabricação dos oito carros, ou seja, para a aquisição dos ferramentais necessários para que a técnica cinco (“Uso de Dispositivos Intermediários”) pudesse ser aplicada, foram gastos R\$ 9.650,00. Dessa forma conseguiu-se converter 9h50min de *setup* interno para externo.

3.3.3 Segunda Melhoria – “Aplicação da Técnica Oito”

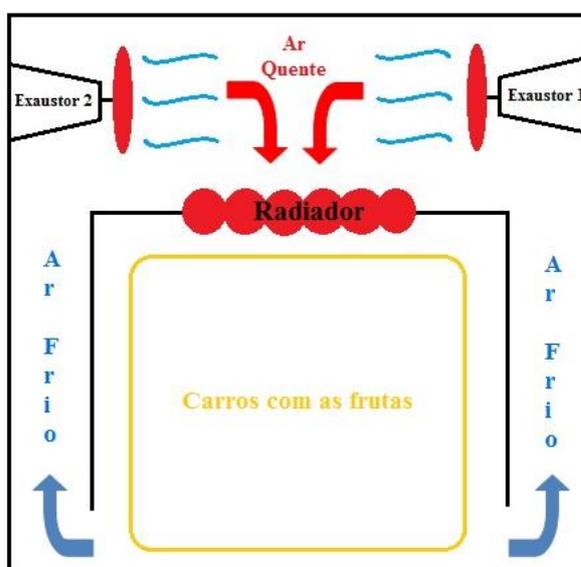
A segunda melhoria consiste na aplicação da técnica oito abordada na Revisão Bibliográfica. Tal técnica defende a redução do tempo de *setup* através da mecanização do equipamento, ou seja, através de modificações que torne o mesmo, ou parte dele, mais eficientes. Segundo a bibliografia, tal técnica só deve ser aplicada após todas as outras, mas, como o ganho obtido quando comparado ao gasto com as alterações era bastante atrativo, a alteração foi realizada de imediato.

Para que a segunda melhoria se torne mais clara, é necessário entender o funcionamento da estufa, pois a mesma tem o objetivo de reduzir o tempo da atividade “Resfriamento”.

Já foi dito anteriormente que a mesma possui um radiador na parte interna, o qual, através de uma tubulação, é aquecido pelo vapor da caldeira. O vapor circular apenas no interior do radiador, evitando assim contato de atmosfera suja (fuligem proveniente da queima da lenha) com os alimentos.

A estufa é devidamente selada para que não haja nem entrada de ar frio (ar ambiente) nem saída de ar quente (ar da estufa) do interior da estufa, evitando assim perda de potência da máquina (fuga de umidade). A mesma é dotada de exaustores (grandes ventiladores) que funcionam na parte interna, forçando assim a circulação do ar interno, que, ao passar pelo radiador, é aquecido até a temperatura de desidratação. A mesma corrente de ar é direcionada até as frutas, retornando depois ao radiador. Esse ciclo se mantém durante todo o tempo de secagem. A seguir temos segue um modelo esquemático da circulação de ar da mesma.

Figura 7 – Modelo Esquemático da Circulação de Ar na Estufa



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Explicado o funcionamento da estufa, detalham-se as alterações mecânicas que foram realizadas.

Utilizando o conceito da técnica oito apresentada na bibliografia, a modificação dois consiste em modernizar o equipamento a fim de reduzir o tempo da atividade “Resfriamento”. Foram identificados dois motivos que induziam o tempo da atividade “Resfriamento” ser tão elevado. O primeiro era que o vapor circulava constantemente sem que pudesse ser cessado o aquecimento do radiador, mantendo-o sempre quente. O segundo era que os exaustores não poderiam ser ligados nessa etapa do processo, senão forçariam ainda mais a circulação do ar quente. Dessa forma, o foco da melhoria passou a ser instalar um controle para interromper a alimentação de vapor do radiador, evitando assim o aquecimento do mesmo e possibilitando o funcionamento dos exaustores na etapa de “Resfriamento”.

Com o intuito de interromper a entrada de vapor, e assim impedir o aquecimento da estufa, uma válvula elétrica foi instalada na entrada de vapor de cada radiador, permitindo agora impedir ou não o aquecimento do mesmo. Com a idéia de liberar o ar quente do interior da estufa, duas saídas de ar (chaminés basculantes) foram instaladas no topo de cada estufa, permitindo agora o controle da saída de ar quente do interior da mesma. Com essas duas alterações mecânicas, tanto podemos impedir que o radiador eleve sua temperatura como podemos liberar o ar quente do interior das estufas mais rapidamente (fuga de umidade). O processo de resfriamento foi acelerado, pois os exaustores, agora, não são desligados, ajudando assim no processo. Pode-se considerar que o tempo de resfriamento foi reduzido drasticamente, pois caiu de aproximadamente 6h10min para 0h10min.

Dessa forma, o tempo de *setup* interno foi reduzido em mais 6h00min, ocasionando uma redução total no tempo de *setup* de 16h00min (antes das melhorias implantadas) para apenas dez minutos (após as melhorias implantadas).

A seguir temos foto das modificações realizadas nas estufas. Na foto da esquerda, o equipamento em azul é a válvula elétrica cujo objetivo é controlar a entrada de vapor para o radiador. Na foto da direita, as chaminés responsáveis por facilitar a saída de todo o ar quente.

Figura 8 e 9 – Válvula reguladora de vapor e escotilhas de exaustão



Fonte: Fornecidas pela própria Empresa.

Como já foi dito na primeira melhoria, os gastos incorridos com as mudanças foram ínfimos frente aos ganhos. Apesar disso é interessante ressaltar esse tipo de informação, pois se torna mais claro que grandes mudanças podem independer do aporte de capital. A seguir temos outra tabela, agora elucidando os gastos realizados com as modificações das estufas.

Tabela 4 – Custos incorridos nas modificações das estufas

| Gastos com as alterações nas estufas | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 estufa | 2 estufas |
| Chaminés | R\$ 200,00 | R\$ 400,00 |
| Escotilhas | R\$ 120,00 | R\$ 420,00 |
| Mão de obra | R\$ 1500,00 | R\$ 3000,00 |
| Termostatos | R\$ 85,00 | R\$ 170,00 |
| Válvulas elétricas | R\$ 650,00 | R\$ 1300,00 |
| TOTAL | R\$ 2235,00 | R\$ 4470,00 |

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

3.4 Cenário Após as Melhorias

3.4.1 Expediente Após as Melhorias

É importante deixar claro que os cinco macro-processos que antes compunham o processo de desidratação ainda são os mesmos, apenas com durações diferentes. Também é válido lembrar que a produção, após as melhorias, passou a funcionar durante dois turnos, então agora temos o dobro de atividades. Abaixo seguem esses macro-processos bem como seus horários de início e término.

- Desidratação – Turno 1 (6h00 AM às 14h00min PM): Primeiro processo de desidratação do dia.
- Expediente A – Turno 1 (6h00min AM às 9h30min AM): Primeiro “*Output*” das bandejas dos carros com destino ao empacotamento. É utilizado apenas um funcionário por estufa (dois funcionários no total).
- Molho das bandejas (09h30min AM às 10h30min PM): As bandejas das estufas permanecem de molho em uma solução de água com hipoclorito de sódio para retirar o excesso de frutose proveniente da produção passada.
- Expediente B – Turno 1 (10h30min PM às 13h50min PM): Primeiro “*Input*” das bandejas dos carros com bananas “in-natura”. Como já foi dito, para carregar as duas estufas são necessários 10h00min de mão-de-obra, assim necessita de três funcionários para as duas estufas.
- Resfriamento – Turno 1 (14h00min PM às 14h10min PM): Primeiro processo de resfriamento

- Desidratação – Turno 2 (14h10 PM às 22h10min PM): Segundo processo de desidratação do dia.
- Expediente A – Turno 2 (14h10min PM às 17h40min PM): Segundo “Output” das bandejas dos carros com destino ao empacotamento. É utilizado apenas um funcionário por estufa (dois funcionários no total).
- Molho das bandejas (17h40min AM às 18h40min PM): As bandejas das estufas permanecem de molho em uma solução de água com hipoclorito de sódio para retirar o excesso de frutose proveniente da produção passada.
- Expediente B – Turno 2 (18h40min PM às 22h00min PM): Segundo “Input” das bandejas dos carros com bananas “in-natura”. Como já foi dito, para carregar as duas estufas são necessários 10h00min de mão-de-obra, assim necessitamos de três funcionários para as duas estufas. Os carros alimentados nesse processo só seguirão para as estufas no próximo dia (Desidratação – Turno 1).
- Resfriamento – Turno 2 (22h10min PM às 22h20min PM): Segundo processo de resfriamento. O produto final desse processo só seguirá para o setor de embalagem no próximo dia (Expediente A – Turno 1).

A seguir temos uma tabela com o resumo das novas atividades referentes ao processo de desidratação:

Tabela 5 - Listagem das atividades em relação ao tempo (Continua)

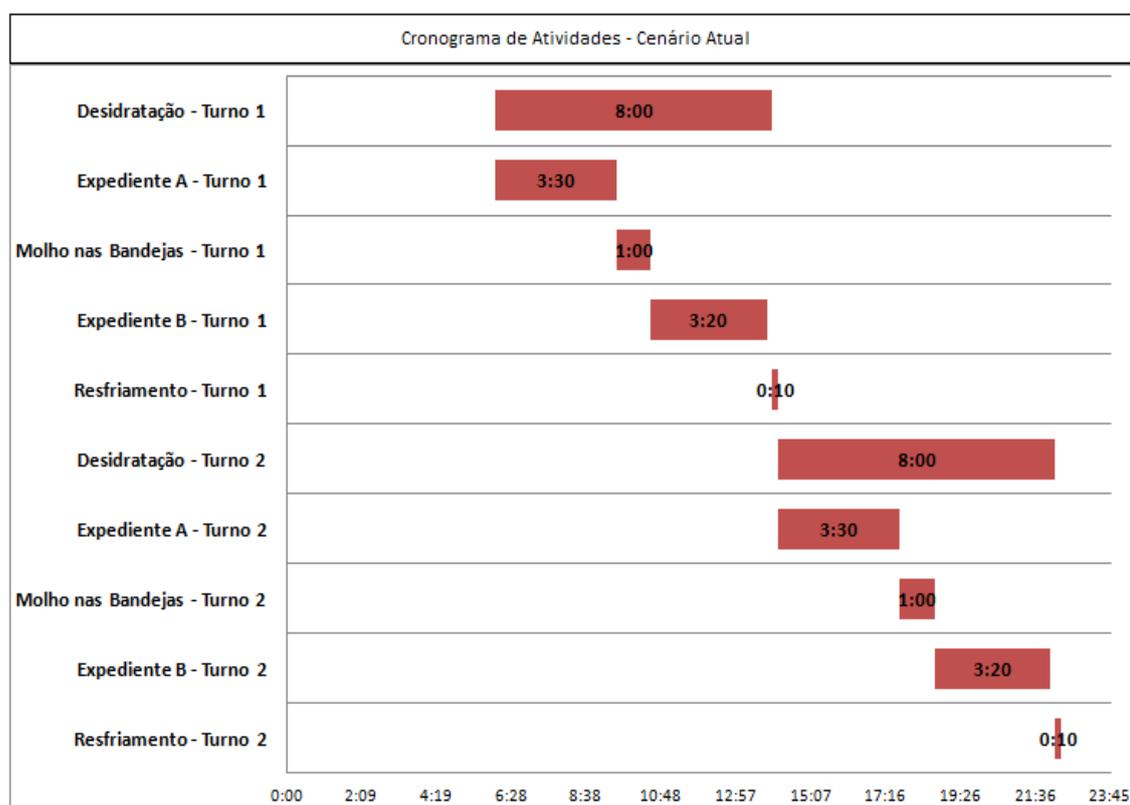
| | Início | Duração | Fim |
|------------------------------|--------|---------|-------|
| Desidratação – Turno 1 | 6:00 | 8:00 | 14:00 |
| Expediente A – Turno 1 | 6:00 | 3:30 | 9:30 |
| Molho nas Bandejas – Turno 1 | 9:30 | 1:00 | 10:30 |
| Expediente B – Turno 1 | 10:30 | 3:20 | 13:50 |
| Resfriamento – Turno 1 | 14:00 | 0:10 | 14:10 |

Tabela 5 - Listagem das atividades em relação ao tempo (Conclusão)

| | | | |
|------------------------------|-------|------|-------|
| Desidratação – Turno 2 | 14:10 | 8:00 | 22:10 |
| Expediente A – Turno 2 | 14:10 | 3:30 | 17:40 |
| Molho nas Bandejas – Turno 2 | 17:40 | 1:00 | 18:40 |
| Expediente B – Turno 2 | 18:40 | 3:20 | 22:00 |
| Resfriamento – Turno 2 | 22:10 | 0:10 | 22:20 |

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

A seguir temos o gráfico de *Gantt* referenciando as atividades do processo de desidratação em uma linha do tempo. É importante elucidar que tal gráfico fez parte do estudo de caso apenas para que se possa ficar mais claro a execução das atividades do processo de desidratação em uma ordem cronológica.

Figura 10 – Gráfico de *Gantt* resultante do cenário atual

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

O segundo gráfico de *Gantt* expõe o resultado das mudanças de uma forma visual. Com ele pode-se observar a transposição das atividades “Expediente A”, “Expediente B” e “Molho nas Bandejas” para que ocorra no mesmo período da atividade de “Desidratação” (em paralelo). Tal modificação só foi possível através da primeira melhoria, tornando essas atividades paralelas ao funcionamento da máquina (“Desidratação”).

Ainda sobre o gráfico, podemos perceber a brusca redução no tempo da atividade “Resfriamento”, que agora é de apenas dez minutos. Tal modificação só foi possível através da segunda melhoria, a qual reduziu drasticamente o tempo de preparação da máquina.

3.4.2 Dados Coletados Após as Melhorias

Equipado com as mesmas duas estufas movidas a vapor, o setor de desidratação dobra a sua capacidade de processamento de quatro toneladas de banana “*in-natura*” por dia para oito toneladas de banana “*in-natura*” por dia, produzindo assim uma tonelada de produto final (banana desidratada) diariamente.

Levando em consideração que o quilo da banana seca é vendido por aproximadamente R\$ 20,00, pode-se afirmar que o referido setor adiciona ao faturamento da empresa R\$ 20.000,00 por dia.

A produção funciona em dois turnos. Também deve ser ressaltado que são utilizados seis funcionários no processo a um custo unitário de R\$ 1.450,00 mensais, resultando assim em um custo de R\$ 8.700,00 mensais com mão-de-obra.

O tempo total de *setup* interno (máquina parada) passou a ser de apenas dez minutos.

O tempo de funcionamento das estufas passaram a ser de 16h20min por dia. Retirando os 20min de resfriamento, tem-se que em 16h00min as mesmas agregam valor ao produto, assim temos uma taxa de utilização de aproximadamente 66%.

3.5 Resultados e Discussões

Para que se tornem mais claros os benefícios oriundos das modificações executadas, a seguir se realiza uma comparação dos indicadores que foram coletados tanto antes quanto após a implementações.

Tabela 6 – Comparação dos indicadores antes e depois das melhorias

| | Antes das Modificações | Após as Modificações |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Qtd. De Estufas | 2 | 2 |
| Qtd. De Turnos | 1 | 2 |
| Tempo Necessário p/ uma Produção | 24h00min | 8h10min |
| Tempo de <i>Setup</i> Interno | 16h00min | 10min |
| Tempo de <i>Setup</i> Externo | 0min | 7h50min |
| Tempo de Resfriamento | 6h10min | 10min |
| Taxa de utilização de Máquina | 33% | 66% |
| Produção Mensal | 10.000 kg | 20.000 kg |
| Faturamento Mensal | R\$ 200.000,00 | R\$ 400.000,00 |
| Custo com Mão de Obra | R\$ 4.350,00 | R\$ 8.700,00 |

Fonte: Adaptado de documentos da Empresa.

Analisando a primeira parte da tabela, a que diz respeito aos recursos disponíveis, percebe-se que, apesar de não ter sido realizado nenhum novo aporte de capital para a compra de novas estufas, a quantidade de turnos disponíveis para a produção dobra. Esse resultado é consequência direta na queda do tempo necessário para uma produção, pois o mesmo reduziu de 24h00min para 8h10min, aproximadamente 65%.

Na segunda parte da tabela, relativo aos tempos dos processos, fica claro os ganhos obtidos no tempo de execução do *setup* como um todo. Analisando o *setup* de uma forma geral, o mesmo reduziu sua duração de 16h00min para 8h00min, resultando em 50% de redução. Ainda deve ser ressaltado que, dessa nova duração do *setup*, apenas dez minutos são respectivos a atividades internas (com a máquina parada). A primeira alteração, responsável pela confecção de oito novos carrinhos desidratadores, possibilitou a realização das atividades “Expediente A”, “Expediente B” e “Molho nas Bandejas” em paralelo a atividade de “Desidratação”, assim toda essa parte do processo que era realizada com as máquinas paradas agora é realizada com as máquinas em funcionamento, mudança essa que originou um ganho de 15h50min no tempo necessário para uma produção. A segunda alteração, responsável pela instalação de um controle na entrada de vapor e duas escotilhas de resfriamento, possibilitou a redução do tempo total de resfriamento de 6h10min para 0h10min, aproximadamente 95%, ou seja, 6h00min foram economizados e agora disponibilizados para que as máquinas produzam. Levando em consideração o fator que nesse parágrafo foi abordado, o tempo, concluí-se que com as modificações realizadas e com os ganhos obtidos nos processos a taxa de utilização das estufas, que antes era de apenas 33% do tempo, saltou para aproximadamente 65%, deixando bem explícito que com o implemento das mudanças o setor de desidratação dobrou sua capacidade produtiva sem a compra de nenhuma estufa.

Analisando os resultados obtidos de forma sistêmica, nota-se que as modificações realizadas no *setup* culminaram para uma redução do tempo necessário para a produção. Devido à redução no tempo de produção ter sido tão notória, foi-se possível dobrar a quantidade de turnos e com isso a capacidade de produção do setor também dobrou.

4 CONCLUSÕES

Conforme citado no início do presente trabalho, o setor de beneficiamento de frutas tem passado por mudanças devido ao crescimento do mercado, que refletem no aumento da competitividade das empresas do ramo, causando transformações nas rotinas de produção.

Alinhado com essa necessidade de resposta as técnicas de TRF, as quais propõem uma redução do tempo de máquina parada, surgem como grandes alternativas para realizar melhorias e desenvolvimento no processo produtivo.

Através da pesquisa bibliográfica, foi possível constatar que as técnicas TRF apresentam características que possibilitam esse desenvolvimento. Por sua vez, foi visto que o maior benefício com a aplicação das referidas técnicas é o aumento da capacidade de produção, decorrente da ampliação do tempo que as máquinas em questão estarão disponíveis para trabalhar (redução do tempo de máquina parada).

Nesse sentido, constatou-se com o estudo de caso que a aplicação poderia oferecer excelentes resultados, pois o estágio de implantação da TRF no cenário anterior era muito prematuro. A partir do potencial que o projeto de implantação da TRF no setor de desidratação apresentou, a empresa decidiu utilizar as referidas técnicas para reduzir o tempo de máquina parada.

A partir de uma criteriosa análise, o processo de desidratação, bem como o processo de *setup* foram mapeados. Com o mapeamento, as atividades de *setup* internas e externas foram classificadas, já aprimorando o nível do processo. Após a definição das atividades internas e externas, cada operação do *setup* foi estudada com o objetivo de reduzir seu tempo de execução. A partir disso, foram identificados pontos propícios a melhorias. Tendo uma visão do processo de *setup* antigo foram propostas duas melhorias: a confecção de oito novos carros desidratadores e a instalação de uma válvula controladora de vapor e duas escotilhas de exaustão.

Com as mudanças implementadas a capacidade de produção dobrou sem que houvesse nenhum novo aporte de capital destinado a compra de máquinas. Em uma breve análise dos custos, também foi possível concluir que o lucro proveniente do setor de desidratação aproximadamente dobrou, tornando a empresa mais competitiva. Analisando os gráficos de *Gantt* expostos, ficou visualmente clara a mudança das atividades. A alimentação e a descarga dos carros passaram a ser atividades em paralelo ao

funcionamento das estufas. Também com os gráficos ficou evidente o ganho com a redução do tempo de resfriamento. Dentre os benefícios também vale a pena ressaltar o aumento da taxa de utilização das estufas, consequência da brusca queda no tempo de produção.

A análise desses resultados supracitados permite concluir que as técnicas de redução do tempo de *setup* realmente trouxeram excelentes resultados, pois com a mudança dos cenários o processo de produção passou a direcionar melhor os recursos para as atividades que agregam valor ao produto final.

Assim, com base em tudo que foi exposto é possível concluir que os objetivos traçados no início do trabalho foram atingidos bem como a pergunta da pesquisa.

5 REFERÊNCIAS

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 288p.

CODAS, M. M. B. **Gerencia de projetos – uma reflexão histórica**. Revista de administração de empresas, jan-mar 1987.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.

GUIMARÃES, J. **GESTÃO DO TEMPO: um estudo comparativo entre as principais metodologias empregadas no desenvolvimento de cronogramas para o gerenciamento de projetos**. Dissertação (Pós-Graduação em Gerência Empresarial). Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté, 2004.

GONÇALVES, H. A.. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. São Paulo: Avercamp, 2005.

IBRAF, Instituto Brasileiro de Frutas. Estatísticas sobre Frutas Processadas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp>. Acesso em: 20. dez. 2012.

IBRAF, Instituto Brasileiro de Frutas. Estatísticas sobre Frutas Secas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 20. dez. 2012.

LÉXICO, L. Glossário ilustrado para praticantes do pensamento *lean*. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

MARTINS, F. A. **O processo de raciocínio da teoria das restrições na indústria moveleira de pequeno porte: Um estudo de caso**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

McINTOSH, R. **The Impact of Innovative Design on Fast Tool Change Methodologies**. Tese (Doutorado). Universidade de Bath, Inglaterra, 1998.

MOURA, R. A.; BANZATO, E. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996. 110p.

NAVARRO, A. A. V. **TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS: um estudo da aplicação na indústria automobilística**. Dissertação (Pós-Graduação em Gerência da Produção e Tecnologia). Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté, 2004.

NATUSERRA. Processos: Documentos Internos. Fortaleza, 2012.

NOÉ, M. **Matemática na Economia: Função Custo, Função Receita e Função Lucro**. Disponível em: <<http://www.brasile scola.com/matematica/matematica-na-economia-funcao-custo-funcao-receita-.htm>>. Acesso em: 22. dez. 2012.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Frutas desidratadas agradam consumidores e geram negócios**. Disponível em: <<http://www.agenciasebrae.com.br/noticia/11998147/geral/frutas-desidratadas-agradam-consumidores-e-geram-negocios/?indice=10>>. Acesso em: 4. jan. 2013.

SEIDEL, A. **No sentido da implementação de um programa de Troca Rápida de Ferramentas (TRF): um estudo de caso de uma empresa fornecedora de componentes para montadoras da indústria automobilística nacional**. Dissertação (Mestrado). São Leopoldo-RS: Departamento de Ciências Econômicas, UNISINOS, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. Eduardo Schaan. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: uma revolução nos sistemas produtivos**. Trad. Eduardo Schaan. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SIMÕES, J. M. O. **Gráfico de Gantt**. Disponível em: <http://www.papoempreendedorismo.com.br/2011/09/diagrama-de-gantt.html>. Acesso em: 5. jan. 2013.