

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
RUIELLE FERNANDO DE SOUZA**

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES, UM MODELO DE IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO
DE GARGALOS NA LINHA DE PRODUÇÃO: Estudo realizado em uma empresa
de ração animal em Lagoa da Prata - MG.**

**FORMIGA – MG
2014**

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
RUDIELLE FERNANDO DE SOUZA

TEORIA DAS RESTRIÇÕES, UM MODELO DE IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO
DE GARGALOS NA LINHA DE PRODUÇÃO: Estudo realizado em uma empresa de
ração animal em Lagoa da Prata - MG.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Produção do UNIFOR, com requisito para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Produção.
Orientador (a): Andréa da Silva Peçanha.

FORMIGA – MG

2014

Rudielle Fernando de Souza

TEORIA DAS RESTRIÇÕES, UM MODELO DE IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO
DE GARGALOS NA LINHA DE PRODUÇÃO: Estudo realizado em uma empresa de
ração animal em Lagoa da Prata - MG.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Produção do UNIFOR, com requisito para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Produção.
Orientador (a): Andréa da Silva Peçanha.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Ms. Andréa da Silva Peçanha

Orientador

Prof^o. Ms. Daniel Gonçalves Ebias

UNIFOR

Formiga, 18 de novembro de 2014.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter me guiado e me iluminado nos momentos mais difíceis desta caminhada, me proporcionando forças e tranquilidade para superar todos os obstáculos e dificuldades que fui encontrando ao longo deste período.

Aos meus pais, Ronaldo e Shirlei, pelo exemplo de amor, respeito e dedicação, e por terem feito dos meus sonhos os seus sonhos. A minha irmã Rafaela pelo carinho. Obrigado a todos vocês.

A minha namorada Nicole, que por todo esse tempo esteve ao meu lado. Muito obrigado pela sua compreensão.

A professora e orientadora Andréa Peçanha, pela paciência, ensino e confiança na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Obrigado pela sua presença sincera e amiga e por ter dedicado seu tempo e sua experiência em minha trajetória de estudos.

Agradeço a todos vocês que acreditaram em mim desde o começo, e contribuíram para a realização desta conquista.

Muito obrigado!

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo sobre restrições que limitam a capacidade produtiva de uma empresa que atua na área de ração animal, tendo como objetivo encontrar e tratar restrições dentro da linha de produção, propondo melhorias no processo produtivo. Foram identificados dentro do processo atual, tempos de ciclo, elaboração de fluxograma e mapeamento do processo produtivo, buscou-se também na avaliação dos resultados obtidos, a realização de um plano de ação para determinar melhorias no sistema. Para este trabalho utilizou-se a metodologia de estudo de caso, com o processamento dos dados obtidos através de tabelas e gráficos demonstrativos. Por fim, como resultado de todo o estudo e análise, este trabalho possibilitou identificar que, gargalos sempre irão existir dentro de qualquer organização, mas há possibilidade de tratá-los, minimizando os impactos negativos por eles causados. No entanto para a empresa pesquisada agregou-se diversos benefícios e um melhor funcionamento de suas atividades, proporcionando agilidade e rapidez no atendimento ao cliente.

Palavras-chave: Restrições. Capacidade Produtiva. Tempo de Ciclo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- O triângulo das três questões.	17
Figura 2 - Elaboração da Árvore da Realidade Futura	22
Figura 3 - Modelo básico de Fluxograma.	31
Figura 4 - Ração Farelada.....	36
Figura 5 - Ração Peletizada.....	37
Figura 6 - Imagem ilustrativa da fábrica de ração.	37
Figura 7 - Fluxograma do setor de Suplementos Minerais.....	42
Figura 8 - Fluxograma do setor de Ração Animal.....	43
Figura 9 - Mapeamento do fluxo produtivo do setor de Ração Animal.....	48
Figura 10 - Mapeamento do fluxo produtivo do setor de Ração Animal, utilizando a simbologia dos elementos detalhada.	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ferramentas do Processo de Pensamento.....	17
Quadro 2 - Passos para construção da ARA.....	18
Quadro 3 - Elementos de Consistências da ARA.....	19
Quadro 4 - Passos para construção do Diagrama de Evaporação das Nuvens.....	21
Quadro 5 - Passos para a apresentação da Árvore de Pré-Requisitos (AP).....	23
Quadro 6 - Passos para construção da Árvore de Transição.....	23
Quadro 7 - Método de solução de Problemas (QC STORY).....	29
Quadro 8 - Etapas para a realização do mapeamento do fluxo de produção.	32
Quadro 9 - Figuras representativas do mapeamento do fluxo de produção.....	33
Quadro 10 - Quantidade de colaboradores envolvidos no processo.....	44
Quadro 11 - Quantidade de colaboradores envolvidos no processo.....	44
Quadro 12 - Classificação das perdas mediante o processo.	51
Quadro 13 - Plano de ação - Tratar o gargalo encontrado.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Eficiência das Operações para o setor de Suplementos Mineral.	54
Gráfico 2 - Eficiência das Operações para o setor de Ração Mineral.	543

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARA – Árvore da Realidade Atual.

ARF – Árvore da Realidade Futura.

AP – Árvore de Pré-requisitos.

AT – Árvore de Transição.

EN – Evaporação das Nuvens.

IROG – Índice de Rendimento Operacional Global.

OEE – Overall Equipment Efficiency / Índice de Eficiência Global.

TEEP – Total Effective Equipment Productivity / Produtividade Efetiva Total do Equipamento.

TOC – Theory of Constraints / Teoria das Restrições.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema	13
1.2	Justificativa.....	13
1.3	Hipóteses	14
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Conceitos de Teoria das Restrições.....	16
3.1.2	Pensamento da Teoria das Restrições.....	16
3.2	Tipos de Restrições	24
3.3	Passos para identificar e tratar as restrições	25
3.4	Vantagens e Desvantagens da Teoria das Restrições.....	27
3.4.1	Vantagens	27
3.4.2	Desvantagens	28
3.5	Busca pela Melhoria Contínua	28
3.6	Ferramentas de Gestão para a redução de desperdícios	30
3.6.1	Downsizing	30
3.6.2	Outsourcing	30
3.6.3	Just in time	30
3.6.4	Objective	31
3.6.5	Benchmarking	31
3.6.6	Fluxograma	31
3.7	Mapeamentos do Fluxo de Produção	32
3.8	Tempos de ciclo	34

3.9	IROG - Índice de Rendimento Operacional Global	34
4	MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1	Descrição e características da Empresa	36
4.2	Coletas de dados.....	38
4.3	Técnicas e métodos	38
5	ANALISE E RESULTADOS.....	39
5.1	Análise da Empresa	39
5.2	Dados Obtidos.....	39
5.3	Fluxogramas	42
5.4	Relações de colaboradores.....	44
5.5	Tempos de Ciclo e Capacidade Produtiva	45
5.6	Identificação de Gargalos.....	Erro! Indicador não definido.
5.6.1	Setor de Suplemento Mineral	47
5.6.2	Setor de Ração Animal	47
5.7	Mapeamento do Fluxo de Processo Produtivo.....	48
5.8	Estudo e Tratamento das restrições no processo produtivo.....	49
5.8.1	Identificando desperdícios	49
5.8.2	Cálculos do IROG	51
5.9	Plano de ação para a melhoria dos Processos Produtivos.....	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido ao aumento significativo de concorrentes, mudanças tecnológicas e exigências dos clientes, demonstra-se uma competitividade cada vez mais rotineira entre empresas. Bom atendimento, compromisso, agilidade, produtividade e alta qualidade, são fatores essenciais para que se possa alcançar um alto grau de excelência no mercado atual. Para que uma empresa sobreviva no mercado atual os requisitos como agilidade, qualidade e inovação se tornam meios insubstituíveis para a obtenção de lucros e melhoria nos processos.

A Gestão de Produção está relacionada com a racionalização dos processos e com a otimização dos recursos, tendo como objetivo o aumento da produtividade do trabalho realizado. Proporciona às grandes e pequenas empresas, meios de análises e controle da linha produtiva garantindo alto índice na produtividade e lucratividade, por meio de ferramentas organizacionais: Toyotismo, Administração da Qualidade Total, *Just-In-Time*, Planejamento Estratégico, *Benchmarking*, Manutenção Preventiva, Teoria das Restrições.

No estudo de tempos e métodos de trabalho o homem é o elemento essencial tanto como observador do processo quanto como executor, o estudo dos tempos se preocupa em encontrar a melhor maneira de executar as operações, sendo máquinas ou pessoas, buscando reduzir ao máximo, o tempo ociosos e o trabalho desnecessário.

Teoria das Restrições será o conceito abordado pelo trabalho, tendo como missão, eliminar as restrições, sendo qualquer coisa que limite um melhor desempenho de um sistema, como por exemplo, um elo mais fraco de uma corrente ou algo insuficiente para a empresa, podendo ser física (mercado, fornecedor, máquinas, materiais, projeto, pessoas) ou política (normas, procedimentos, práticas, atitudes). Identificar e tratar todos os recursos – gargalo possibilitará em um atendimento completamente diferenciado atingindo todas as expectativas dos clientes, oferecendo-lhes maior satisfação na compra do bem ou serviço.

1.1 Problema

Ao aplicar o conceito de análise e monitoramento chamado Teoria das Restrições, utilizado para identificar e tratar gargalos que prejudicam fatores na produtividade, surge à seguinte questão: como a empresa pesquisada, produtora de rações e suprimentos de mineral, se comporta diante das restrições (gargalos) encontradas que limitam a linha de produção, reduzindo a sua capacidade produtiva?

1.2 Justificativa

Devido à alta demanda do mercado atual, a empresa pesquisada se considera uma empresa competitiva, atuando no segmento de rações e suprimentos de mineral, oferecendo produtos de baixo custo e garantindo ao consumidor excelência na qualidade e entrega dos produtos.

Portanto, planejar a produção através de ferramentas de melhoria contínua, são meios de manter a competitividade no mercado.

O trabalho desenvolvido foi elaborado através de mapeamentos de fluxo de produção, aplicado em uma empresa do setor de rações em Lagoa da Prata MG, com a finalidade de identificar e tratar os gargalos, que restringe e causam desperdícios na produtividade, tornando-a cada vez mais competitiva no mercado. Esse trabalho proporcionou maiores conhecimentos àqueles que poucos sabem sobre os princípios da Teoria das Restrições, desenvolvendo novos entendimentos profissionais e acadêmicos, buscando aprimorar a competitividade.

O resultado desse trabalho contribuiu para um melhor entendimento dessa filosofia, que possibilitou a realização do processo de melhoria contínua, além de uma reorganização nos métodos da produção para proporcionar uma nova cultura organizacional voltada para a eliminação de desperdícios e restrições no sistema.

1.3 Hipóteses

As possíveis hipóteses que auxiliam na eliminação dos gargalos e na busca pela melhoria contínua na linha de produção de acordo com o problema são:

- ✓ Determinar um mapeamento do fluxo produtivo;
- ✓ Identificar gargalos e restrições na linha produtiva;
- ✓ Identificar desperdícios durante o fluxo de produção;
- ✓ Propor ações de melhorias, para a minimização dos gargalos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar as restrições existentes em uma empresa do setor de ração animal em Lagoa da Prata - MG, e propor soluções para a busca da melhoria contínua dos processos.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar um mapeamento do fluxo de processo produtivo da empresa pesquisada.
- ✓ Identificar e tratar as restrições encontradas, propondo soluções para aperfeiçoar o processo de produção.
- ✓ Propor um plano de ação para a busca da melhoria contínua dos processos produtivos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceitos de Teoria das Restrições

Para Goldratt (2004) o conceito de Teoria das Restrições teve início na década de 70, quando o físico Israelense, Eliyahu Goldratt, se envolveu com os problemas da logística de produção, elaborando um método de administração da produção totalmente novo.

O método proposto foi muito bem sucedido, e outras empresas se interessaram em aprender a técnica. Goldratt então se dedicou a elaborar mais o seu método e a disseminá-lo. No começo da década de 80 escreveu um livro sobre sua teoria. O livro, "A Meta", foi escrito na forma de um romance e mostra a dificuldade de um gerente de fábrica em administrar sua empresa. No desenrolar da história o gerente vai descobrindo os princípios da teoria de Goldratt e a empresa recupera sua competitividade. Muitas empresas leram o livro e começaram a aplicar os princípios da TOC o mais rápido possível. (GOLDRATT, 2004)

Segundo Corrêa e Gianesi (1993) a TOC é um fator contribuinte para a competitividade das organizações, utilizada para identificar as restrições (gargalos) da linha de produção. Sendo considerado como um novo pensamento gerencial, que busca gerenciar as limitações que o sistema apresenta, conquistando assim a meta da empresa.

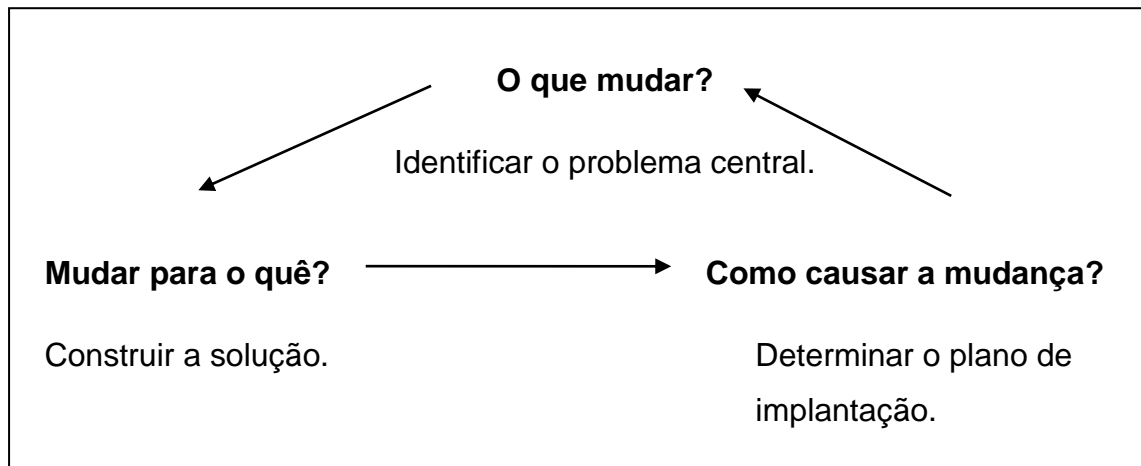
De acordo com Cox III e Spencer (2002, p.38) “restrição é qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a sua meta”.

3.1.2 Pensamento da Teoria das Restrições

Segundo Alvarez (1995) este processo de pensamento procura compreender o porquê as coisas acontecem, baseando no processo de efeito-causa-efeito.

Para Cox III e Spencer (2002) dentro dos estudos da Teoria das Restrições existe um conceito chamado de Processo de pensamento, onde através de métodos científicos busca responder a três perguntas, de acordo com a FIG 1.

Figura 1- O triângulo das três questões.



Fonte: Ballestero-Alvarez (2001).

De acordo com Cox III e Spencer (2002) a Teoria das Restrições possui cinco ferramentas que visam responder estas três perguntas fundamentais de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 - Ferramentas do Processo de Pensamento.

Pergunta Central	Ferramenta
O quê mudar?	Árvore da Realidade Atual (Current Reality Tree)
Para o quê mudar?	Evaporação das Nuvens (Evaporating Clouds) Árvore da Realidade Futura (Future Reality Tree)
Como provocar a mudança?	Árvore dos Pré-Requisitos (Prerequisite Tree) Árvore de Transição (Transition Tree)

Fonte: Ballestero-Alvarez (2001).

3.1.2.1 Árvore da realidade atual (ARA)

Segundo Ballestero-Alvarez (2001) este diagrama relaciona todo o ambiente que existe ao redor, com base em sintomas de efeitos indesejáveis, procurando determinar as causas originais através de diagnósticos, definindo todos os possíveis problemas que aparentemente são as causas dos efeitos indesejáveis que deseja ser eliminado.

Noreen, Smith e Mackey (1996) e Cox e Spencer (2002) estabelecem uma série de passos que auxiliam na construção dessa árvore. O quadro 2 reproduz o pensamento de cada um dos autores.

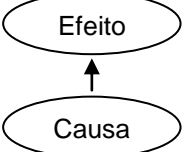
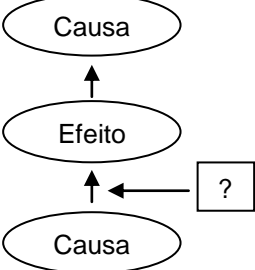
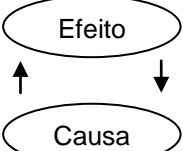
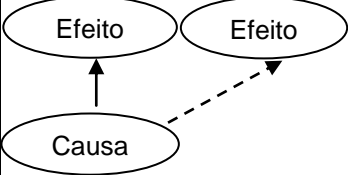
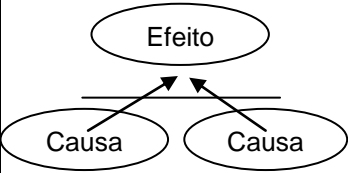
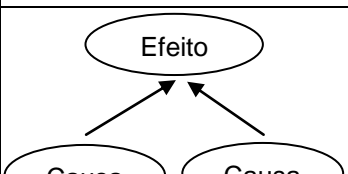
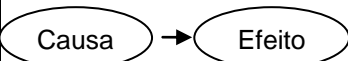
Quadro 2 - Passos para construção da ARA.

Passo	Proposição Noreen <i>et al</i> (1996)	Proposição Cox III & Spencer (2002)
1	Crie uma lista diagnosticando os efeitos indesejáveis, descrevendo toda a área analisada, avaliando a sua existência.	Determine os problemas relacionados com a situação.
2	De acordo com o quadro 3, conecte com setas associando com relação de causa-efeito.	O efeito indesejável é uma afirmação clara? Esse teste é o chamado de ressalva de clareza.
3	Conecte todos os efeitos indesejáveis dentro da relação causal, montando um mapa completo, onde as causas primárias localizam-se na base, sendo desdobradas até um efeito final no topo. Localize a causa raiz.	Procure alguma relação causal entre os efeitos indesejáveis.
4	A leitura da árvore deve ser realizada de “baixo para cima”, fazendo novamente as análises e relacionando cada entidade ao longo do percurso. Realize as correções necessárias.	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se <i>causa</i> , Então <i>efeito</i> ”. Esse teste é chamado de ressalva de causalidade. Ocasionalmente a causa e o efeito podem ser revertidos. Avalie utilizando a seguinte afirmação: “ <i>Efeito</i> ” PORQUE “ <i>Causa</i> ”
5	Pergunte a si mesmo se a árvore como um todo reflete a sua intuição sobre a área. Caso contrário, verifique cada relação para incluir causas adicionais.	Continue o processo de conexão dos EI utilizando a lógica SE-ENTÃO até que todos os EI estejam conectados.
6	Não hesite em expandir a sua árvore, para conectar outros efeitos indesejáveis existentes. Somente pule para outra etapa quando todos os efeitos indesejáveis estejam conectados	Frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros. Nessas circunstâncias, a “clareza” é o problema. Utilize a ressalva de clareza para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito.
7	Identifique as entidades na árvore que sejam negativas.	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a ressalva de insuficiência de causa e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE <i>causa</i> E ___ ENTÃO”. Esse “E” conceitual é representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas.
8	As entidades que não forem necessárias para conectar todos os efeitos indesejáveis deverão ser eliminadas da árvore.	Algumas vezes, o efeito é causado por muitas causas independentes. As relações são fortalecidas pela ressalva de causa adicional.
9	Apresente a árvore para alguém que possa lhe ajudar no melhoramento dos dados coletados.	Algumas vezes, um relacionamento SE-ENTÃO parece lógico, mas a causalidade não é apropriada da maneira como está escrita ou verbalizada. Nestas circunstâncias palavras como “alguns”, “poucos”, “muitos”, “frequentemente”, “algumas vezes” e outros modificadores podem fazer a causalidade se torne mais forte.
10	Examine todos os pontos de entrada da árvore e decida quais os que deseja atacar.	A numeração dos EI na ARA serve apenas para facilitar a localização das mesmas. Um asterisco no EI indica que este faz parte da lista original.

Fonte: Adaptado de Noreen, Smith e Mackey (1996, p. 154), Cox e Spencer (2002, p. 253).

De acordo com Noreen, Smith e Mackey (1996) para que ocorra um determinado efeito indesejável necessita-se da ocorrência de outro efeito indesejável, seja ele individualmente, simultaneamente ou de ambos. Para que a ARA esteja correta é preciso conter as consistências apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 - Elementos de Consistências da ARA.

Ilustração	Consistência	Descrição
	Existência de Entidade	Validar a real existência da entidade (efeito ou causa), verificando realmente a existência da causa e/ou o efeito.
	Existência de Causalidade	Consistir a presença do elo causal entre o efeito e a causa, utilizando-se da declaração SE...ENTÃO. Deve-se verificar se há uma ligação direta entre o efeito observado e a causa afirmada.
	Tautologia	Evitar ser redundante na relação causa-efeito. A tautologia é na verdade uma repetição do efeito, isto é, a causa é o efeito e o efeito é a causa. Este tipo de situação deve ser evitado, pois sendo assim, a causa não produz efeito.
	Existência de Efeito Preditado (Previsto)	Isto pode ser feito utilizando-se outro efeito para demonstrar que a causa não produz o efeito observado ou ainda para demonstrar que a causa gera um efeito que apoia a relação efeito-causa original.
	Suficiência ou Insuficiência de Causa	Essa consistência demonstra que para a existência do efeito indesejado é necessária a combinação de duas causas. Esse gráfico deve ser lido da seguinte forma: SE <i>causa</i> E <i>causa</i> ENTÃO.
	Causa Adicional	Este tipo de relação demonstra que qualquer uma das causas pode acarretar na ocorrência do efeito indesejado. Esse efeito irá ocorrer e poderá ser mais ou menos intenso em função a combinação das causas. Esse gráfico deve ser lido da seguinte forma: SE <i>causa</i> OU <i>causa</i> ENTÃO.
	Esclarecimento ou Claridade	Compreender claramente a relação causa-efeito ou a própria existência da entidade.

Fonte: Adaptado de Noreen et al (1996) e Alvarez (1995).

Segundo Cox III e Spencer (2002), esta ferramenta fornece meios para identificar impactos de políticas, procedimentos e ações na organização, comunicar a causa dessas políticas, identificarem claramente o problema central em uma situação e permitir um clima positivo de relação aos problemas.

De acordo com Noreen, Smith e Mackey (1996) determinam que a ferramenta ARA deva ser construída de cima para baixo e lida de baixo para cima. Desta forma se trona a combinação de lógica com regras obtidas na prática através da tentativa e erro.

3.1.2.2 Evaporação das Nuvens (EN)

A ferramenta chamada de Evolução das Nuvens busca formular uma solução para eliminar o problema que está limitando um melhor desempenho da organização. (ANTUNES, 2008).

Alvarez (1995) acrescenta que para resolver os conflitos (problemas centrais), as soluções de compromisso são utilizadas como decisões que privilegiam uma das posições conflitantes e em geral já haviam sido implantadas em tentativas anteriores de resolver o problema.

Para Goldratt (2004) resolver um problema o primeiro passo é defini-lo claramente, assim se estará na metade do caminho para a solução. Desta forma, o próprio desenho da nuvem contribui para a focalização e o encontro das soluções para o problema.

O quadro 4 apresenta cinco passos propostos por Noreen, Smith e Mackey (1996) para a construção do Diagrama de Evaporação das Nuvens.

Quadro 4 - Passos para construção do Diagrama de Evaporação das Nuvens

Passo	Proposição Noreen <i>et al</i> (1996)
1	Definir o objetivo em comum. Em geral esse objetivo irá afetar diretamente no problema central.
2	Tornar o mais claro possível, os requisitos necessários para que o objetivo em comum seja atingido.
3	Deixar entendido, quais são os pré-requisitos existentes para que os requisitos sejam atendidos, as relações entre os requisitos e os pré-requisitos são os propósitos que sustentam as posições conflitantes.
4	Explicitar o conflito através dos requisitos, pré-requisitos e principalmente dos propósitos que os sustentam.
5	Expressar os propósitos que estão por trás da relação efeito e causa que estão estabelecidos entre os requisitos e os pré-requisitos.

Fonte: Adaptado de Noreen, Smith e Mackey (1996).

Para se chegar a soluções criativas é necessário o uso do brainstorming (ALVAREZ, 1995).

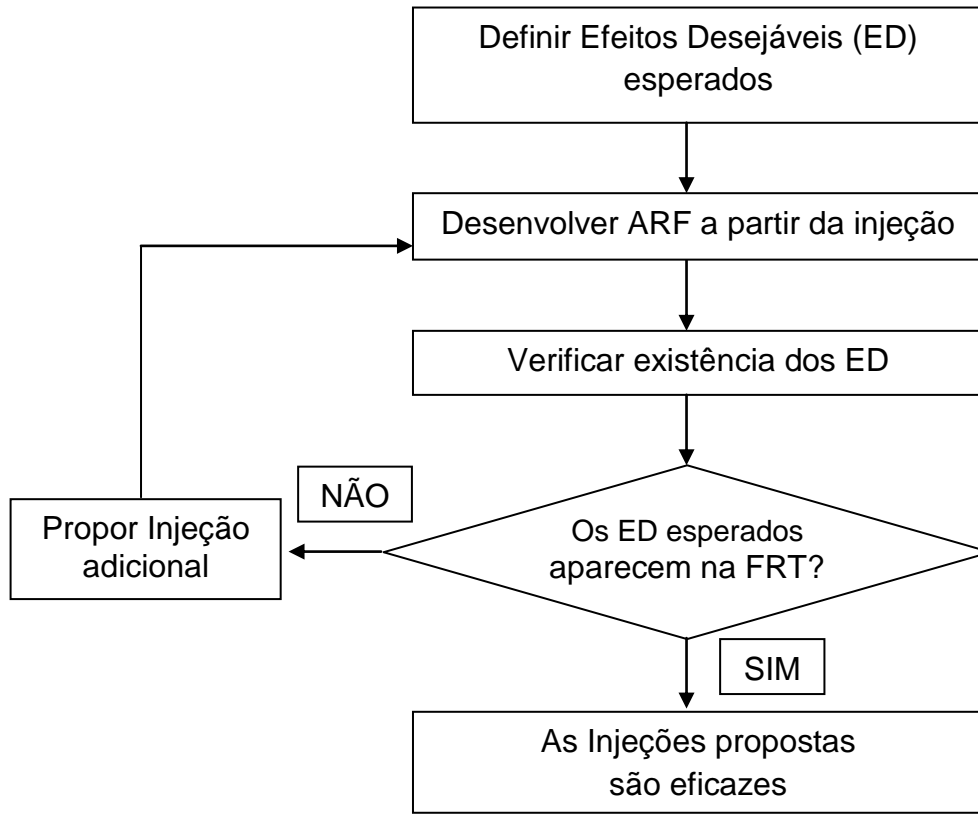
3.1.2.3 Árvore da Realidade Futura (ARF)

Depois de efetuado o desenvolvimento de uma solução criativa, o próximo passo é garantir a efetividade da solução, definindo os efeitos positivos e negativos que possam a vir a acontecer. (ANTUNES, 2008)

Noreen Smith e Mackey (1996) determinam que a solução apresentada pela Árvore da Realidade Futura não é milagrosa e não irá resolver todos os problemas, pois ao construir essa árvore lógica, ocorrerá a transmissão de apenas dos efeitos desejados. Para que não ocorra esse tipo de comportamento a ARF possui ramos de ressalva negativa, determinando aquilo que torna a solução irreal.

Segundo Cox e Spencer (2002) Ramos de Ressalva Negativa podem ser utilizados para testar a possibilidade de ocorrência e os efeitos negativos da tomada de decisão em uma situação específica, sendo uma ferramenta poderosa de lógica individual.

Figura 2 - Elaboração da Árvore da Realidade Futura



Fonte: Adaptado de Alvarez (1995, p. 17).

3.1.2.4 Árvore de Pré-Requisitos (AP)

Para Alvarez (1995) a Árvore de Pré-Requisitos é utilizada para o desdobramento da injeção, assim, são estabelecidos objetivos intermediários que devem ser atingidos para que a injeção seja implantada.

Árvore de Pré-Requisitos sustenta-se na capacidade que as pessoas possuem de colocar obstáculos, essa energia deve ser utilizada de forma positiva. (GOLDRATT, 2004).

Goldratt (2004) sugere que a árvore seja apresentada a várias pessoas para uma melhor consistência, obedecendo a uma sequência de passos de acordo com quadro 5.

Quadro 5 - Passos para a apresentação da Árvore de Pré-Requisitos (AP)

Passo	Descrição
1	Identificar os obstáculos para a implantação da injeção.
2	Determinar para cada obstáculo identificado um Objetivo Intermediário (OI) que possa anulá-lo.
3	Certificar-se de que todos os obstáculos estão sendo anulados por meio do objetivo intermediário.
4	Caso forem determinados novos obstáculos, deve-se voltar ao passo 1. Criando uma espécie de círculo.

Fonte: Adaptado de Alvarez (1995).

3.1.2.5 Árvore de Transição (AT)

A Árvore de Transição serve para associar os objetivos intermediários as ações que efetivamente devem ser realizadas, sendo conhecido como um plano de ação, que sirvam para eliminar os problemas centrais, já anteriormente identificados. (ALVAREZ, 1995).

“A lógica da Árvore de Transição é a seguinte: **se** for realizada a ação, **então** o Objetivo Intermediário será alcançado” (ALVAREZ, 1995, p. 20).

Através do quadro 6 pode-se observar os passos para a construção da Árvore de Transição.

Quadro 6 - Passos para construção da Árvore de Transição

Passo	Descrição
1	Inserir na árvore os Objetivos Intermediários identificados na Árvore de Pré-Requisitos
2	Determinar as ações necessárias para a consecução dos Objetivos Intermediários
3	Certificar, que as ações, garantem os resultados esperados.
4	Caso essas ações não sejam suficientes, voltar ao passo 2.

Fonte: Adaptado de Alvarez (1995).

Pode-se observar no Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, que as ferramentas estão intimamente ligadas, isto é, o resultado de uma das ferramentas, pode ser o material necessário para a utilização de outra ferramenta (COX III; SPENCER, 2002).

3.2 Tipos de Restrições

Segundo Plantullo (1994) há restrições localizadas no mercado consumidor final de modo a não consumir os bens e serviços e restrições direta referindo a um produto ou serviço que compete com o mesmo produto ou serviço da empresa.

De acordo com Cox III e Spencer (2012) existem restrições flutuantes, que são definidas como restrições que se movem de um departamento para o outro periodicamente. A maioria é causada por políticas de gerenciamento como o uso de grandes lotes de produção, a operação de equipamentos querendo obter alta taxa de utilização, o sequenciamento de ordens de produção em departamentos de produção diferentes a fim de diminuir os tempos de preparação, etc.

Segundo Plantullo (1994) a política é considerada uma restrição do ambiente externo, sendo uma das mais fortes restrições: muitos projetos são abandonados por falta de respaldo político. O correto entendimento dessas restrições torna-se vital para o desenvolvimento econômico do país, dada à imensa massa de recursos envolvida.

Para Cox III e Spencer (2012) o tipo mais comum de restrição se encontrava nas políticas gerenciais, as horas extras são um bom exemplo.

Segundo Plantullo (1994) existem também as restrições geradas pelo fornecedor, que são determinadas quando as fontes de suprimento são interrompidas, possibilitando um aumento dos preços ou melhores vantagens de negociação com o comprador.

3.3 Passos para identificar e tratar as restrições

De acordo com Cox III e Spencer (2012) existem cinco passos que auxiliam no aprimoramento do processo de melhoria contínua utilizado pela TOC. São eles:

1. Identificar a restrição do sistema:

A identificação das restrições é o fator principal, pois determinam o fluxo do sistema. Onde há uma boa administração, as restrições se tornam fáceis de serem encontradas. (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996, apud PEGORARO, F. 2012).

Um dos melhores métodos para se identificar uma restrição é realizar perguntas aos funcionários (funcionários de expedição, programadores e supervisores de produção) que conhecem o fluxo de produtos através do processo de produção, conseguindo demonstrar um ou mais recursos como sendo as restrições. Qualquer sistema seja biológico ou produtivo deve possuir algo que limite o seu desempenho, afetando assim no seu ganho. (COX III; SPENCER, 2012).

2. Explorar as restrições do sistema:

O termo explorar significa aproveitar-se de algo, neste caso significa que se deve aproveitar a capacidade existente na restrição, que é desperdiçada por se produzir e vender os produtos errados ou por causa da utilização de regras e procedimentos inadequados para programar e controlar a restrição. (COX III; SPENCER, 2012).

Depois de identificado a restrição, o sistema deve ser otimizado e a taxa da capacidade de recursos maximizada, para obter um sistema mais eficiente. (NOREEN; SMITH; MACKEY, 1996, apud PEGORARO, F. 2012). O termo otimizar a restrição refere-se no aumento da capacidade de produção de um recurso existente à curto prazo. (COX III; SPENCER, 2012).

De acordo com Cox III e Spencer (2012) um minuto perdido no recurso crítico significa um minuto perdido por todo o sistema, de acordo com este pensamento é fundamental fabricar o produto certo e manter o fluxo para a restrição durante todo o tempo.

3. Subordinar todos os demais recursos à restrição:

Esta etapa é considerada a mais crítica porque questionam todas as práticas e procedimentos gerenciais tradicionais da organização. (COX III; SPENCER, 2012).

As atividades em geral devem ser direcionadas às restrições, pois um problema será criado claramente se a administração e os indicadores do recurso não gargalo não estão subordinados à restrição física levando o supervisor a pensar que estão ociosos. Então o supervisor realoca operários para balancear o fluxo e cria automaticamente uma restrição sem saber. (COX III; SPENCER, 2012).

Os outros recursos devem sempre trabalhar na mesma velocidade da restrição, se o fluxo da cadeia e a velocidade da produção forem definidos pelos elos fracos (as restrições), pois trabalhando mais rápido resultaria em um excesso de estoques antes da restrição que ela não consegue processar significando em perdas e trabalhando mais lento resultaria em uma parada do processo significando também em perdas. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012).

4. Elevar as restrições:

Elevar significa aumentar a capacidade para um nível mais alto. A capacidade pode ser elevada através de modificações em equipamentos existentes, trabalhar com velocidades ou alimentadores mais altos ou até mesmo requisitando um novo equipamento para o departamento. (COX III; SPENCER, 2012).

Reduzindo o impacto limitador da restrição, eventualmente será elevando o nível de restrição do sistema. Nessa elevação podemos ter um investimento, mas certamente chegara um momento em que a restrição se quebrara e ela não mais estará limitando o sistema, ocorrendo outro gargalo em outro lugar da linha de produção. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012).

5. Eliminar a Inércia:

Quando é possível quebrar uma restrição, por tendência não nos preocupamos mais em reavaliar o sistema, caímos naturalmente na inércia, portanto a própria inércia já é considerada uma restrição. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2012). Se houver quebra da restrição no 4º passo é de grande importância que a inércia

não apareça, volte imediatamente ao 1º passo e recomece o processo. (COX III; SPENCER, 2012).

De acordo com Cox III e Spencer (2012) o processo de focalização de cinco etapas faz com que a administração pense, planeje e só então realize e verifique, sendo considerado um processo mais sistemático de melhoria contínua.

3.4 Vantagens e Desvantagens da Teoria das Restrições

O conceito de Teoria das Restrições pode proporcionar vantagens e desvantagem que envolve tanto as operações como toda a parte de gestão dentro da organização, afetando diretamente no desempenho produtivo e na parte de finanças administrativas.

3.4.1 Vantagens

De acordo com Plantullo (1994) algumas vantagens que o conceito de teoria das restrições proporciona para as organizações são:

- O tempo de preparação dos planejamentos é reduzido;
- Não é necessária grande quantidade de dados para a elaboração dos planejamentos;
- Os dados não necessitam de grande acurácia (estimativas de valores);
- Redução de pessoal, sendo necessárias poucas pessoas para analisarem o planejamento da produção;
- É possível um aumento de cerca de 10% na taxa de produção, utilizando os mesmos recursos disponíveis;
- É possível uma redução de 20% no estoque de produtos em processo;
- O tamanho lote é calculado com base na lucratividade, substituindo o calculo de lote econômico de compras e de produção;
- É permitido um controle mais preciso dos recursos em curto prazo;
- Possibilita em um planejamento rápido, modificação extremamente rápida disponibilizando maior flexibilidade;
- As restrições no processo de produção passam a ser claramente definidas;
- Os melhoramentos podem ser feitos facilmente na planta Industrial, graças à definição clara das restrições;

3.4.2 Desvantagens

De acordo com Plantullo (1994) algumas desvantagens que o conceito de teoria das restrições proporciona para as organizações são:

- Reorganização da planta industrial;
- Modificação do estilo gerencial para a condução dos problemas;
- Elaboração de uma nova cultura;
- Movimentações e modificações de equipamento para que a aplicação da teoria seja mais eficiente;
- O cálculo de eficiência não pode mais ser efetuado nesses sistemas;
- Os usuários dos sistemas devem ser retreinados;
- Novos tipos de relatório devem ser desenvolvidos para dar suporte ao novo tipo de processamento de dados.

3.5 Busca pela Melhoria Contínua

Mello et al., (2009) refere-se a melhorar e continuar, todo o processo por meio de fluxos contínuos de inovações no setor produtivo. O termo melhoria determina como sendo um melhor estado ou condição, e a palavra contínua, significa constante não ocorrendo interrupções. Portanto o termo pode ser definido como um estado permanente de mudança positiva.

Mello et al., (2009) demonstra que a melhoria continua começa com um problema ou, mais precisamente, com o reconhecimento de que existe algum tipo de problema. Sendo assim quando não existem problemas, não existe potencial de melhoramento.

Todo o conceito de melhoria continua expresso a busca permanente por melhoramento e está relacionada à capacidade de resolução de problemas por meio de pequenos passos, alta frequência e ciclos curtos de mudanças. (CAMPOS, 2004).

Campos (2004) o método QC STORY, de acordo com o quadro 7, é realizado através da participação de todo o pessoal envolvido na busca pela melhoria dos resultados.

Quadro 7 - Método de solução de Problemas (QC STORY).

Método de Solução de Problemas "QC STORY"			
PDCA	FLUXOGRAMA	FASE	OBJETIVO
P	1	Identificação do Problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	<p>The flowchart shows a decision diamond with a question mark. The 'NÃO' (No) path loops back to step 2. The 'SIM' (Yes) path proceeds to step 7.</p>	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: Campos (2004).

3.6 Ferramentas de Gestão para a redução de desperdícios

3.6.1 Downsizing

Para Araujo (2008) *downsizing* significava uma estrutura hierárquica onde deve ser analisada periodicamente para a identificação de funcionários que não agregam valor na produção.

Segundo Ballesterro-Alvarez (2001) se trata da redução de funcionários, que incentiva e promove o incremento da responsabilidade atribuída aos funcionários, podendo ser obtido um obter um enxugamento sadio dos níveis hierárquicos e ainda aumentar o poder de tomada de decisão, promovendo poucas distorções nas informações e podendo ainda reduzir o quadro funcional e conseqüentemente promovendo maior eficiência da organização.

3.6.2 Outsourcing

Determina Araujo (2008) que um dos principais pontos do *outsourcing* é possibilitar a minimização de fatores restritivos.

De acordo com Ballesterro-Alvarez (2001) *outsourcing*, também conhecido com terceirização, é uma ferramenta muito poderosa, mas possui um risco muito alto quando tomado à decisão de terceirizar apenas por comodismo, sua aplicação será eficiente quando adquirido um desempenho superior do que antes de sua aplicação, melhorando a flexibilidade e a prevenção da capacidade ociosa dentro da organização.

3.6.3 Just in time

Segundo Araujo (2008) *Just in time*, é um conceito onde se busca a eliminação do desperdício, proporcionando um aumento na competitividade da organização, minimizando o tempo dos recursos e operações que não acompanham a demanda dos fluxos programados. Ballesterro-Alvarez (2001) os principais pontos onde o *Just in time* trabalha são na redução de perdas, otimização dos processos e valorização do trabalho e aumento da responsabilidade dos colaboradores.

3.6.4 Objective

De acordo com Araujo (2008) devido à grande concorrência entre as organizações, o agendamento de objetivos é essencial para a redução dos desperdícios. A gestão a vista, possibilita dentro das empresas determinarem indicadores de desempenho que possam ser selecionados.

3.6.5 Benchmarking

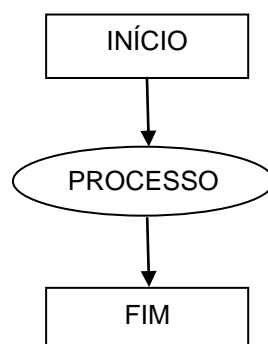
Segundo Araujo (2008) devido o cenário influenciado pela globalização, novas tecnologias e decisões macroeconômicas, pesquisas sobre os concorrentes devem ser realizadas para estratégias positivas sejam implementadas dentro da organização. Ballesterro-Alvarez (2001) é um processo de pesquisa onde se realiza uma coleta e análise de dados efetuando comparações entre processos e praticas para identificar o melhor e alcançar um nível mais alto de vantagens competitivas.

3.6.6 Fluxograma

Para Moreira (2002) o estudo do fluxo das operações é realizado através de fluxogramas, demonstrando de forma gráfica as atividades do processo. Sendo utilizado para descrever o processo de forma mais clara, de modo à possibilitar sua compreensão e definir melhorias (BARNES , 1999).

Segundo Juran (2009), a elaboração de um fluxograma se baseia em três etapas simples como exemplificadas na Figura 1.

Figura 3 - Modelo básico de Fluxograma.



Fonte: Adaptado de Juran, 2009.

Para Slack (1997) as vantagens na utilização da ferramenta fluxograma são:

1. Permitir verificar como se conectam e relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, facilitando a análise de sua eficácia;
2. Facilitar a localização das deficiências, pela fácil visualização dos passos, transportes, operações e formulários.
3. Propiciar o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes pela clara visualização das modificações introduzidas.

3.7 Mapeamentos do Fluxo de Produção

De acordo com Shingo (1996) o conceito de mapeamento de fluxo de produção pode ser definido como um caminho percorrido pela matéria prima, onde se transformam em produtos.

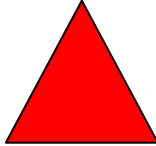


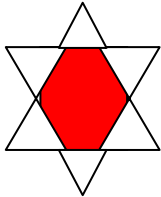

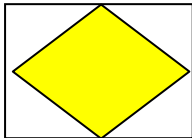

Se faz necessário para a realização do mapeamento dos processos, seguir o fluxo de produção, observar seus detalhes, as agregações que cada operação contribui, como o tempo em que o produto permanece em cada uma delas. (WOMACK; JONES, 1998).

Quadro 8 - Etapas para a realização do mapeamento do fluxo de produção.

1ª Etapa	Após a definição e identificação de toda a cadeia de valor, é focalizar o objetivo real, e não permitir fugir do objetivo.
2ª Etapa	Ignorar as fronteiras tradicionais de tarefas, para que seja possível criar uma empresa enxuta, eliminando todos os obstáculos ao fluxo contínuo do produto.
3ª Etapa	Consiste em repensar as práticas e ferramentas de trabalho específicas, a fim de eliminar o tempo ocioso e os desperdícios encontrados em cada processo.

Fonte: Adaptado (WOMACK; JONES, 1998).

Quadro 9 - Figuras representativas do mapeamento do fluxo de produção

	<p>Estoque de matéria prima: Informa o ponto de partida da matéria prima. Deve ser informada quantidade em estoque da matéria prima referente ao produto a ser mapeado.</p>
	<p>Movimentação: Indica qualquer movimento do produto ou matéria prima antes, durante ou após as operações. Deve ser informado o tipo de transporte utilizado (carrinho, paleteiras, etc.) e a distância percorrida em metros, dentro ou fora da empresa.</p>
	<p>Operação de Transformação: Indica a operação sofrida pelo produto. Deve ser informado o tipo de operação (manual ou automática), o nº de operadores envolvidos no processo, o tempo de ciclo para uma unidade, o tempo médio de setup do equipamento, se há problemas relativos à qualidade ou características críticas do produto na operação.</p>
	<p>Espera do Lote: Indica quando um lote de transferência está próximo a maquina e a operação está em fluxo. Em qualquer processo que trabalhe em lotes, haverá um símbolo deste antes e depois de cada operação. Deve ser informado o tamanho do lote.</p>
	<p>Espera do Processo: Indica quando um lote está aguardando a vez para ser levado para a operação seguinte. Ocorre quando há mais de um lote para processamento e se forma uma fila de espera. Deve ser informado o tempo total de espera e o tamanho do lote.</p>
	<p>Inspeção: Indica quando há uma inspeção ou atividade ligada a verificações de qualidade, seja pelo operador ou no setor de qualidade. Deve ser informado o tipo de inspeção e o tempo gasto com esta operação.</p>
	<p>Estoque de Produto: Indica ponto de chegada do produto acabado na expedição. Deve ser informada a quantidade de produtos e o tempo que permanece até o momento da saída da fabrica para o cliente.</p>

3.8 Tempos de ciclo

De acordo com Peinado e Graemi (2007), o tempo de ciclo pode ser definido como um tempo em que a linha de produção irá fornecer um produto acabado. Sendo o tempo máximo gasto percorrido em cada estação de trabalho antes que a operação seja passada para a próxima estação.

Para Stevenson (2001), O tempo de ciclo também define a velocidade daquela determinada linha de produção.

Segundo Laugen e Martins (2002), o tempo de ciclo para uma máquina ou equipamento, é considerado o tempo-padrão, ou seja, é o tempo necessário para a execução de determinada tarefa em um processo. Desta forma define-se que o tempo de ciclo em uma linha de produção equivale ao tempo de operação na máquina ou posto mais lento, chamado de gargalo (BLATI et al., 2010).

3.9 IROG - Índice de Rendimento Operacional Global

Segundo Antunes (2008), o IROG não deve ser calculado da mesma forma para todos os postos de trabalho, porque o tempo disponível T , depende do posto de trabalho ser ou não um recurso restritivo no fluxo de produção. Portanto o cálculo do IROG é feito de duas maneiras:

1 - Para posto de trabalho gargalo: O indicador IROG é denominado de TEEP-Produtividade Efetiva Total do Equipamento (*Total Effective Equipment Productivity*). O tempo T considerado na equação é o tempo total – no caso dos recursos críticos gargalo, 24 horas/ dia ou 1.440 minutos/dia. Isto se explica pelo fato de que, sendo o posto de trabalho um gargalo, todo o tempo disponível deve ser utilizado na produção. Este índice indica o tempo que pode ser ganho para produzir e corresponde à produtividade real do sistema produtivo no gargalo.

2 - Para posto de trabalho não gargalo: O indicador IROG é denominado de OEE-Índice de Eficiência Global (*Overall Equipment Efficiency*). O tempo T considerado na equação é o tempo disponível, obtido pela diferença entre o tempo total e o tempo das paradas programadas. Por não se tratar de um posto de trabalho gargalo, é possível programar certas paradas, uma vez que a não paralisação deste equipamento geraria estoques intermediários antes do gargalo (ANTUNES, 2008).

A ferramenta IROG, possibilita indicar a eficiência do equipamento durante o tempo de operação disponível. Seu cálculo pode ser efetuado por meio da Equação 1:

$$\mu \text{ global} = \frac{T_p \times q}{T}$$

Fonte: Antunes (2008)

Em que:

$\mu \text{ global}$ = índice de rendimento operacional global;

t_p = tempo de ciclo de um produto;

q = quantidade produzida do produto;

T = tempo total disponível para produção.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Descrição e características da Empresa

A empresa pesquisada foi fundada no ano de 2002, atuando em um setor de ração animal e suprimento mineral, situada em Lagoa da Prata – MG, oferecendo qualidade de vida aos seus 33 colaboradores.

A empresa possui uma capacidade de produção de 3.500 a 5.000 toneladas ao mês de ração e suprimentos mineral, possuindo uma enorme variedade de produtos, sendo:

Ração farelada: é um produto primário onde ocorre uma mistura de diversos nutrientes de acordo com a formulação, chegando a um produto final com especificações diferenciadas.

Figura 4 - Ração Farelada.



Fonte: Próprio autor (2014).

Ração peletizada: De acordo com o Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), ocorre uma mistura dos insumos e em seguida o mesmo é submetido a elevadas temperaturas, obtendo uma massa, que é pressionada chegando à forma de pelete.

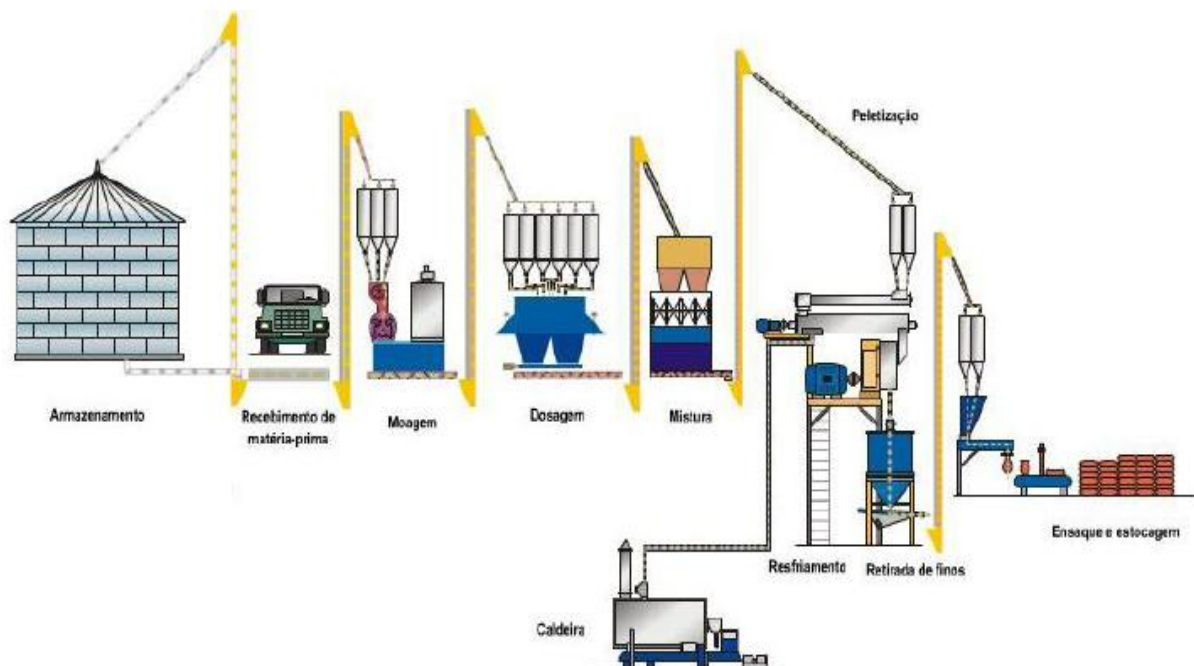
Figura 5 - Ração Peletizada.



Fonte: Próprio autor (2014).

Toda sua estrutura foi bem desenvolvida, buscando se adequar ao melhor fluxo para escoamento de seus produtos, disponibilizando ótimos equipamentos e máquinas, garantindo um produto final de excelente qualidade.

Figura 6 - Imagem ilustrativa da fábrica de ração.



Fonte: Ferraz Máquinas e Engenharia (2014).

Hoje a empresa pesquisada é uma empresa líder no segmento de ração e suprimento de mineral, procurando a cada dia melhorar e garantir a qualidade e excelência na fabricação e distribuição de seus produtos, proporcionando a total satisfação a seus 700 clientes ativos.

4.2 Coletas de dados

O presente trabalho aborda um estudo de caso em uma empresa do segmento de ração e suprimentos mineral, fornecendo a descrição de gargalos que limitam o fluxo produtivo, a fim de alcançar a busca pela melhoria contínua de seus processos. Para isso foram realizados os seguintes procedimentos a fim de atingir os objetivos da pesquisa:

- Para sustentar a pesquisa, dados foram coletados sobre toda a estrutura organizacional, que envolveram a linha de produção, a verificação dos níveis de produtividade, e demais informações do ambiente interno da empresa.
- Foram obtidos através de relatórios gerenciais arquivados e ações desenvolvidas através de acompanhamentos específicos.

4.3 Técnicas e métodos

Os dados coletados foram distribuídos em tabelas e gráficos para a obtenção de uma melhor análise e identificação da restrição do sistema. Fluxogramas dos processos foram desenvolvidos para demonstrar todas as etapas de um processo, permitindo obter uma visão global. As informações obtidas foram comparadas para a busca da excelência operacional e estratégica da organização. As tabelas, gráficos e fluxogramas descritos foram elaborados a partir da utilização do *software* Excel versão 2013 da Microsoft.

Assim com os resultados obtidos foi possível determinar se com o melhoramento do processo, seu fluxo seria realmente significativo para a organização, proporcionando lucratividade e melhorias para a organização.

Para a análise dos dados, levou-se em consideração tanto o material coletado quanto a literatura. O levantamento dos registros de produção, encontrados nas documentações da empresa, também foi necessário para a realização do cálculo médio de produção e conseqüentemente avaliação da eficiência. Assim com os resultados obtidos foi possível determinar se com o melhoramento do processo, seu fluxo seria realmente significativo para a organização, proporcionando lucratividade e melhorias para a organização.

Desta forma, deve-se ressaltar que as informações observadas e levantadas são especificamente para uso didático e somente deste fim.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

5.1 Análise da Empresa

Dentro da empresa pesquisada encontrou-se o seguinte obstáculo: Restrições em sua linha de produção, que limitam todo seu processo produtivo, propiciando assim em tempos ociosos, provocando atrasos na fabricação final do produto.

5.2 Dados Obtidos

Para a elaboração do mapeamento do fluxo produtivo foi necessário realizar um levantamento de dados durante três períodos através de um acompanhamento pessoal. Os dados obtidos não mostraram diferença no fluxo de produção, tornando possível resultados menos complexos.

A medição realizada dos tempos de ciclos foi obtida com o auxílio de um cronômetro digital. Como se trata de operações semi-automáticas, o ciclo pode variar, então foram realizadas 10 medições, buscando minimizar esses efeitos.

Nas tabelas 1 e 2 pode-se observar que as medições foram realizadas no turno da manhã onde todos os colaboradores possuem uma maior disposição. Após, foi desenvolvido a média aritmética nos valores encontrados e assim definidos o tempo de ciclo de cada operação.

Tabela 1 – Tempo de ciclo produtivo de cada operação do Setor de Suprimentos Minerais.

Operação		Datas / Medições 2014										Tempo de ciclo médio (Produção de 1 saco de 30 Kg)
		05/jul	12/jul	19/jul	26/jul	02/ago	09/ago	16/ago	23/ago	30/ago	06/set	
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Sacaria batida	02:51 min	03:06 min	02:48 min	03:09 min	03:00 min	02:45 min	03:03 min	02:57 min	03:12 min	02:54 min	02 horas e 58 minutos
	Sacaria Paletizada	28 min	26 min	32 min	35 min	30 min	28 min	30 min	33 min	35 min	29 min	30,6 minutos
Sala de Pesagem (micros minerais)	Pré mistura dos micros minerais	10 min	9 min	9 min	10 min	10 min	8 min	8 min	9 min	8 min	10 min	9,10 minutos
	Pesagem dos Macros nutrientes / Adição dos micros pré-misturados	6 min	5 min	5 min	5 min	7 min	7 min	6 min	7 min	7 min	6 min	6,1 minutos
Misturador	Mistura Final	9 min	8 min	8 min	8 min	10 min	10 min	9 min	8 min	10 min	9 min	8,9 minutos
Armazenamento de Produto Acabado	Ensaque e Estocagem	11 s	10 s	13 s	12 s	11 s	12 s	13 s	13 s	12 s	10 s	11,7 segundos

Fonte: Próprio autor (2014).

Tabela 2 – Tempo de ciclo produtivo de cada operação do Setor de Ração Animal.

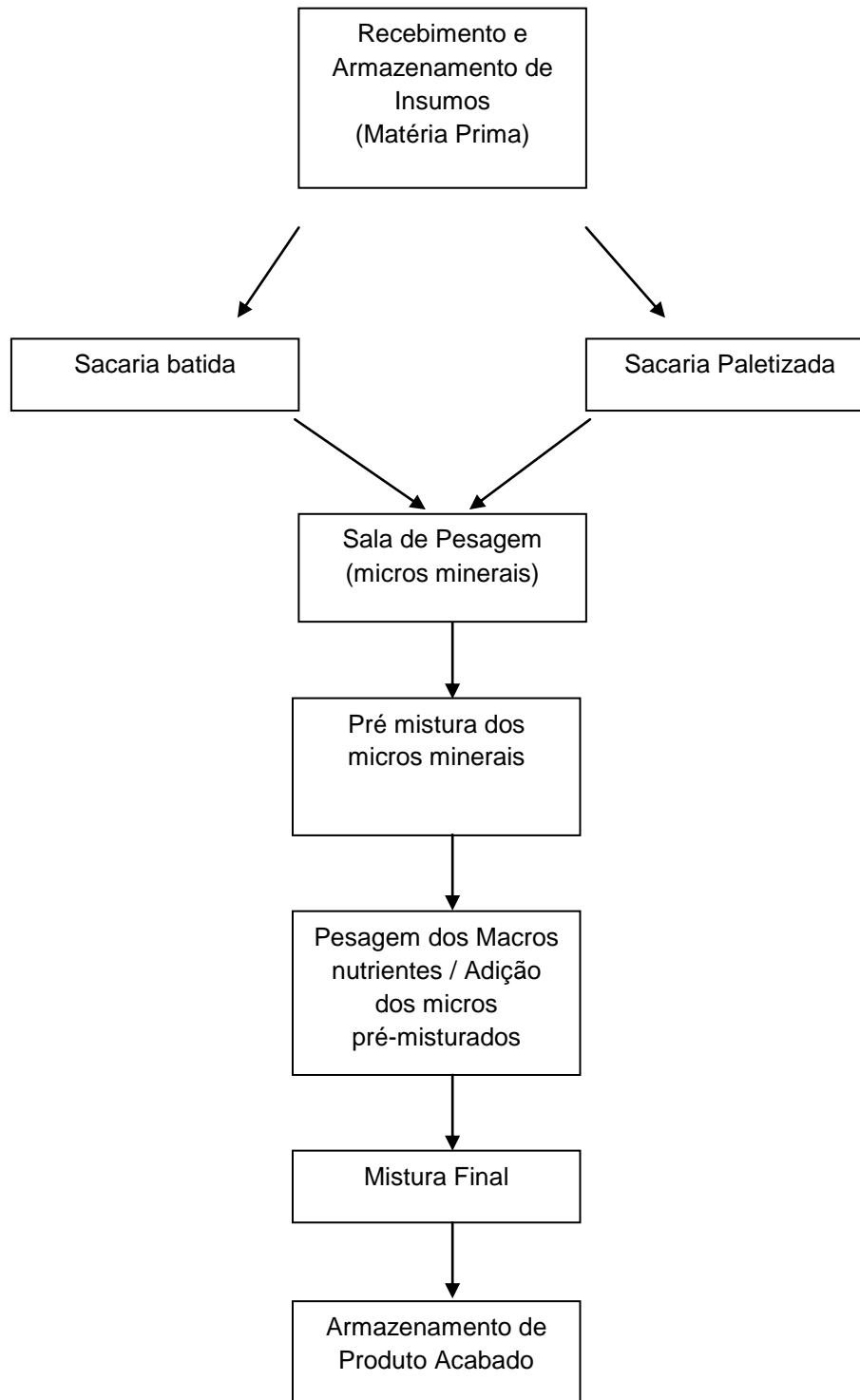
Operação		Datas / Medições 2014										Tempo de ciclo médio (Produção de 1 saco de 40 Kg)
		05/jul	12/jul	19/jul	26/jul	02/ago	09/ago	16/ago	23/ago	30/ago	06/set	
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Recebimento Granel	41 min	35 min	36 min	42 min	38 min	37 min	40 min	43 min	45 min	39 min	39,6 minutos
	Recebimento Sacaria	01:00 min	01:20 min	01:35 min	02:00 min	01:50 min	01:40 min	02:00 min	01:25 min	01:30 min	02:00 min	01 hora e 38 minutos
Silo de Armazenamento de M.P Granel		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moagem		Tempo padrão de 1 hora não ocorrendo variação										
Dosagem		3 min	2 min	3 min	3 min	2 min	2 min	3 min	3 min	3 min	3 min	2,7 minutos
Mistura		2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 minutos
Ensaque Farelada		6 s	10 s	7 s	9 s	8 s	7 s	8 s	9 s	10 s	6 s	8 segundos
Peletização		Tempo padrão de 1 hora não ocorrendo variação										
Resfriamento		Tempo padrão de 1 hora não ocorrendo variação										
Retirada de Fino		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ensaque e Estocagem		6 s	7 s	7 s	8 s	6 s	6 s	7 s	6 s	8 s	7 s	6,8 segundos
Plataforma de carregamento a Granel		7 min	10 min	8 min	9 min	8 min	9 min	9 min	8 min	9 min	7 min	8,4 minutos

Fonte: Próprio autor (2014)

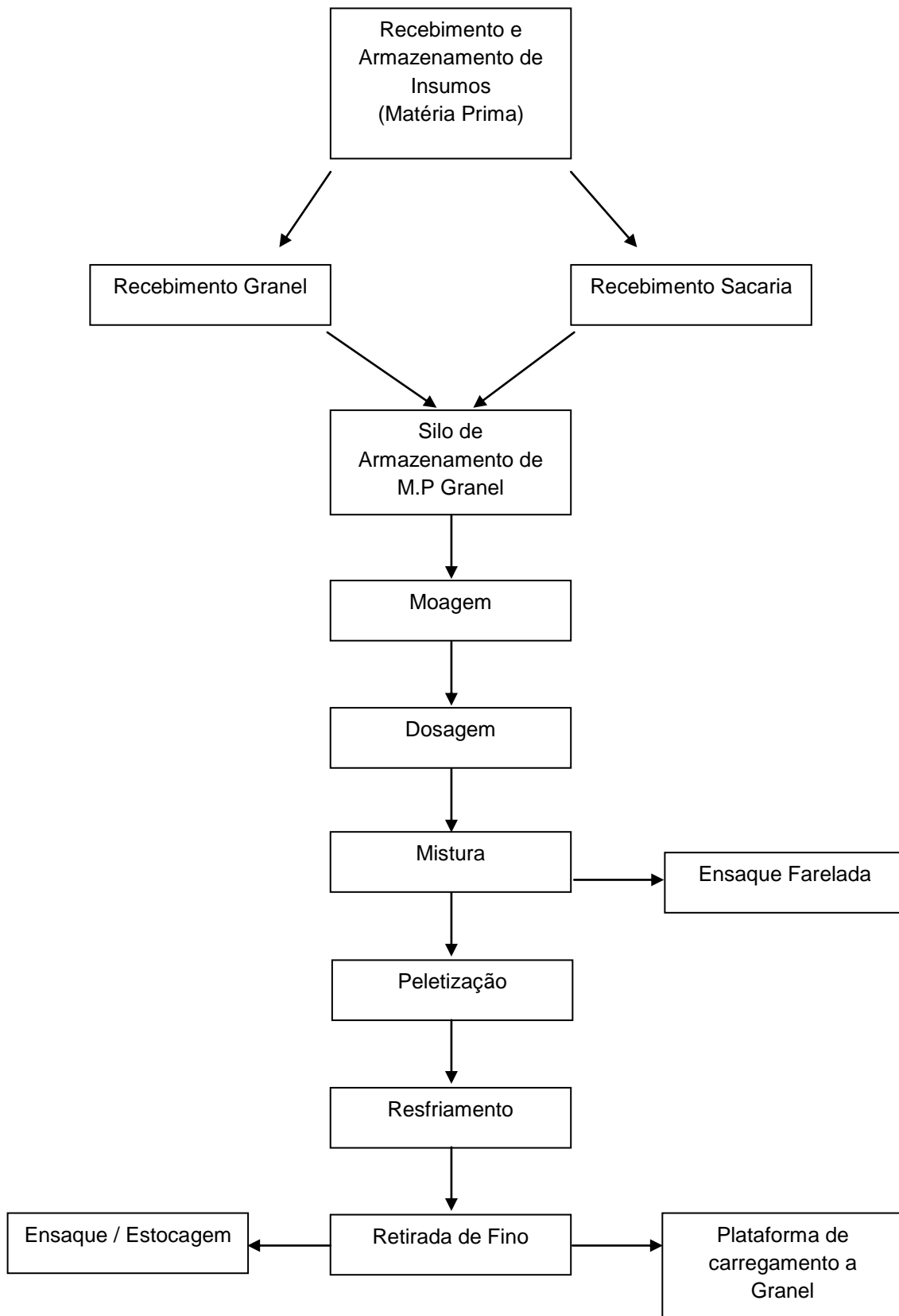
5.3 Fluxogramas

Atualmente o fluxograma dos dois setores produtivos está distribuído da seguinte maneira.

Figura 7 - Fluxograma do setor de Suplementos Minerais.



Fonte: Próprio autor (2014).

Figura 8 - Fluxograma do setor de Ração Animal.

Fonte: Próprio autor (2014).

5.4 Relações de colaboradores

O quadro 10 demonstra a quantidade de colaboradores que estão envolvidos no setor de Suplementos Mineral.

Quadro 10 - Quantidade de colaboradores envolvidos no processo.

Descrição da Operação	Quantidade de colaboradores responsáveis
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima) – Sacaria Batida	4 colaboradores
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima) – Sacaria Paletizada	1 colaborador
Sala de Pesagem (micros minerais)	1 colaborador
Mistura Final	
Ensaque e Estocagem do Produto Acabado	2 colaboradores
TOTAL	8 colaboradores

Fonte: Próprio autor (2014).

O quadro 11 demonstra a quantidade de colaboradores que estão envolvidos no setor de Ração Animal.

Quadro 11 - Quantidade de colaboradores envolvidos no processo.

Descrição da Operação	Quantidade de colaboradores responsáveis
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima) – Sacaria Batida	4 colaboradores
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima) – Sacaria Paletizada	1 colaborador
Moagem (16 ton./hora)	1 colaborador
Dosagem	1 colaborador
Mistura Final	1 colaborador
Ensaque Farelada e Peletizada	2 linhas de produção sendo 4 colaboradores em cada
Ensaque e Estocagem do Produto Acabado	2 linhas de produção sendo 4 colaboradores em cada
Plataforma de carregamento a Granel (30 ton.)	1 colaborador
TOTAL	25 colaboradores

Fonte: Próprio autor (2014).

5.5 Tempos de Ciclo e Capacidade Produtiva

Tabela 3 – Capacidade Produtiva do setor de suplementos mineral.

Operação		Tempo de Ciclo (em segundos)	Capacidade Técnica - Um dia de trabalho (8 horas = 28.800 segundos)	Capacidade Produtiva em Kg / dia
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Sacaria batida	10.680 segundos	$28.800 / 10.680 = 2$ carretas	$30.000 \times 2 = 60.000$ kg
	Sacaria Paletizada	1.836 segundos	$28.800 / 1836 = 15$ carretas	$30.000 \times 15 = 450.000$ kg
Sala de Pesagem (micros minerais)	Pré mistura dos micros minerais	546 segundos	$28.800 / 546 = 52$ processos	Ocorre variações devido ao tamanho do lote
	Pesagem dos Macros nutrientes / Adição dos micros pré- misturados	366 segundos	$28.800 / 366 = 78$ processos	Ocorre variações devido ao tamanho do lote
Misturador	Mistura Final	534 segundos	$28.800 / 534 = 53$ processos	$1.500 \times 53 = 79.500$ kg
Armazenamento de Produto Acabado	Ensaque e Estocagem	11,7 segundos	$28.800 / 11,7 = 2.461$ sacos de 30kg	$2.461 \times 30 = 73.830$ kg
TOTAL		232,895 minutos		

Fonte: Próprio autor (2014).

Tabela 4 – Capacidade Produtiva do setor de ração animal.

Operação		Tempo de Ciclo (em segundos)	Capacidade Técnica - Um dia de trabalho (8 horas = 28.800 segundos)	Capacidade Produtiva em Kg / dia
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Recebimento Granel	2.376 segundos	$28.800 / 2.376 = 12$ carretas	$30.000 \times 12 = 360.000$ kg
	Recebimento Sacaria	5.880 segundos	$28.800 / 5.880 = 5$ carretas	$30.000 \times 5 = 150.000$ kg
Silo de Armazenamento de M.P Granel		Não ocorre variação		600.000 kg
Moagem		Não ocorre variação		16.000 kg
Dosagem		162 segundos	$28.800 / 162 = 177$ processos	$1.500 \times 177 = 265.500$ kg
Mistura		120 segundos	$28.800 / 120 = 240$ processos	$1.500 \times 240 = 360.000$ kg
Ensaque Farelada		8 segundos	$28.800 / 8 = 3.600$ sacos de 40kg	$3.600 \times 40 = 144.000$ kg
Peletização		Não ocorre variação		7.000 kg
Resfriamento		Não ocorre variação		7.000 kg
Retirada de Fino		Não ocorre variação		-
Ensaque e Estocagem		6,8 segundos	$28.800 / 6,8 = 4.235$ sacos de 40kg	$4.235 \times 40 = 169.400$ kg
Plataforma de carregamento a Granel		504 segundos	$28.800 / 504 = 57$ processos	$30.000 \times 57 = 1.710.000$ kg
TOTAL		150,95 minutos		

Fonte: Próprio autor (2014).

5.6 Observações sobre o gargalo encontrado.

5.6.1 Setor de Suplemento Mineral

O processo de ensaque e estocagem para o setor de suplemento mineral possui uma produtividade maior do que o setor de ração animal, não necessitando ser tratado nenhum processo deste setor.

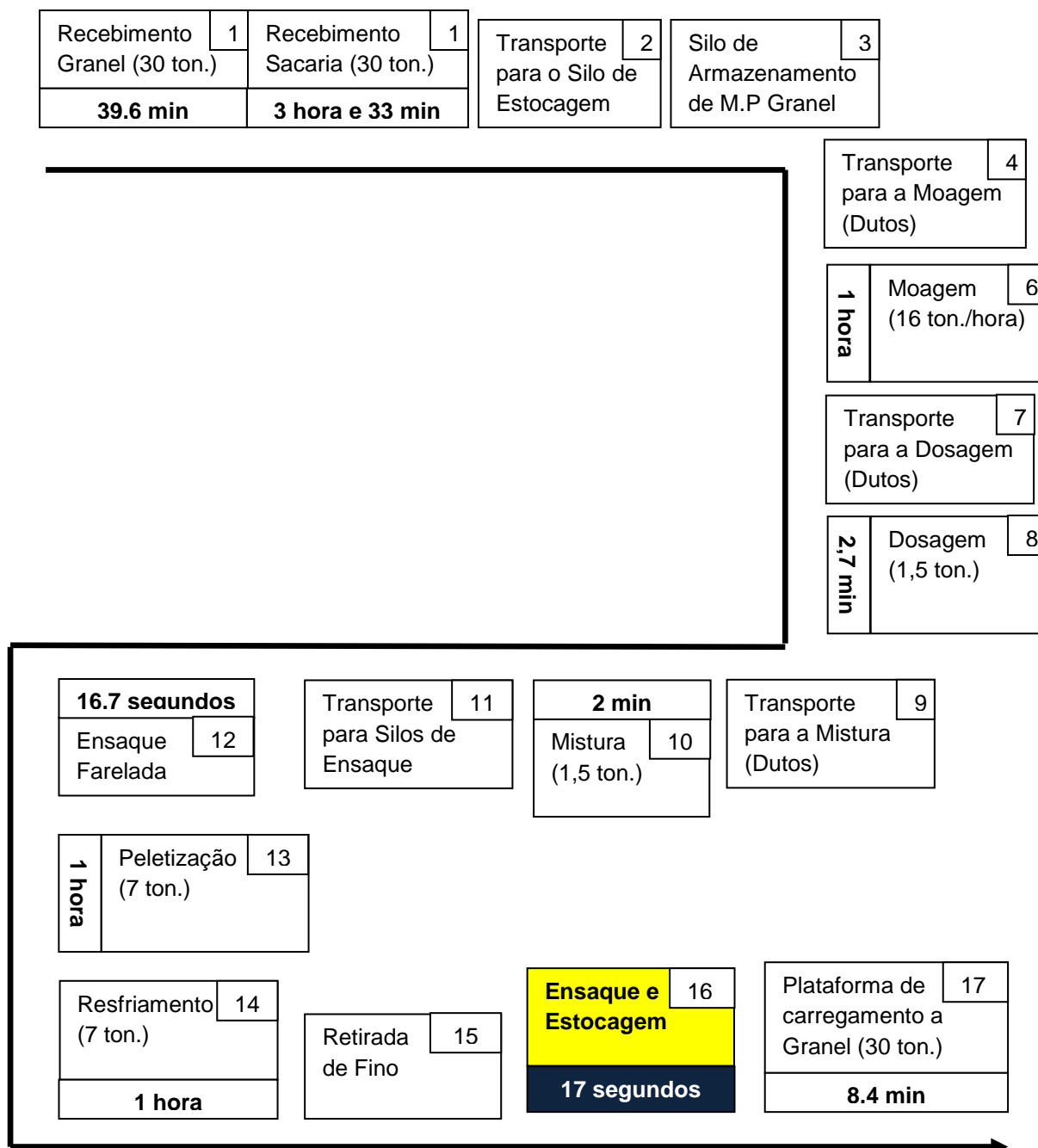
5.6.2 Setor de Ração Animal

Para o setor de ração animal, observou-se como um gargalo (restrição), o processo de ensaque e estocagem, sendo a atividade de menor capacidade produtiva, como demonstrado na tabela 04. Sendo assim, não adianta as operações anteriores apresentarem uma maior eficiência, pois a atividade gargalo acaba ditando o ritmo de saída dos sacos de ração animal. Se ocorrer um aumento na capacidade produtiva nas atividades não gargalo, poderão acarretar em estoques e custos desnecessários, o que aumentara ainda mais as perdas durante todo o processo de produção.

Este processo determinado como gargalo, é um processo semi-automático. Um operador através de um botão, efetua a dosagem da ração que deverá ser ensacada, após a dosagem, um saco é envolvido na boca do silo, onde o mesmo operador efetua a descarga da ração, através de uma chapa que fecha e abre o dosador, por meio de um dispositivo de alta pressão, e então é encaminhado através de uma esteira automática para a parte de costura, onde é costurado por dois colaboradores e assim levado para estocagem. Portanto, o que dificulta essa atividade são a capacidade e a precisão com que é efetuado o escoamento e ensaque das rações. A Fig.9 demonstra melhor o tempo gasto em cada processo e identifica o gargalo (restrição).

5.7 Mapeamento do Fluxo de Processo Produtivo

Figura 9 - Mapeamento do fluxo produtivo do setor de Ração Animal.



Fonte: Próprio autor (2014).

O processo de Ensaque e Estocagem foi determinado como gargalo devido à sobrecarga do fluxo produtivo. Sendo assim, o sistema possui um processo limitante, onde um estudo será realizado mais detalhado para ser proposto meios de melhorias.

5.8 Estudo e Tratamento das restrições no processo produtivo

5.8.1 Identificando desperdícios

Para determinar o que é considerado desperdícios devem-se primeiramente separar as operações que agregam valor das operações que não agregam valor no processo produtivo:

São operações que agregam valor: são operações que fazem algum tipo de transformação ao produto;

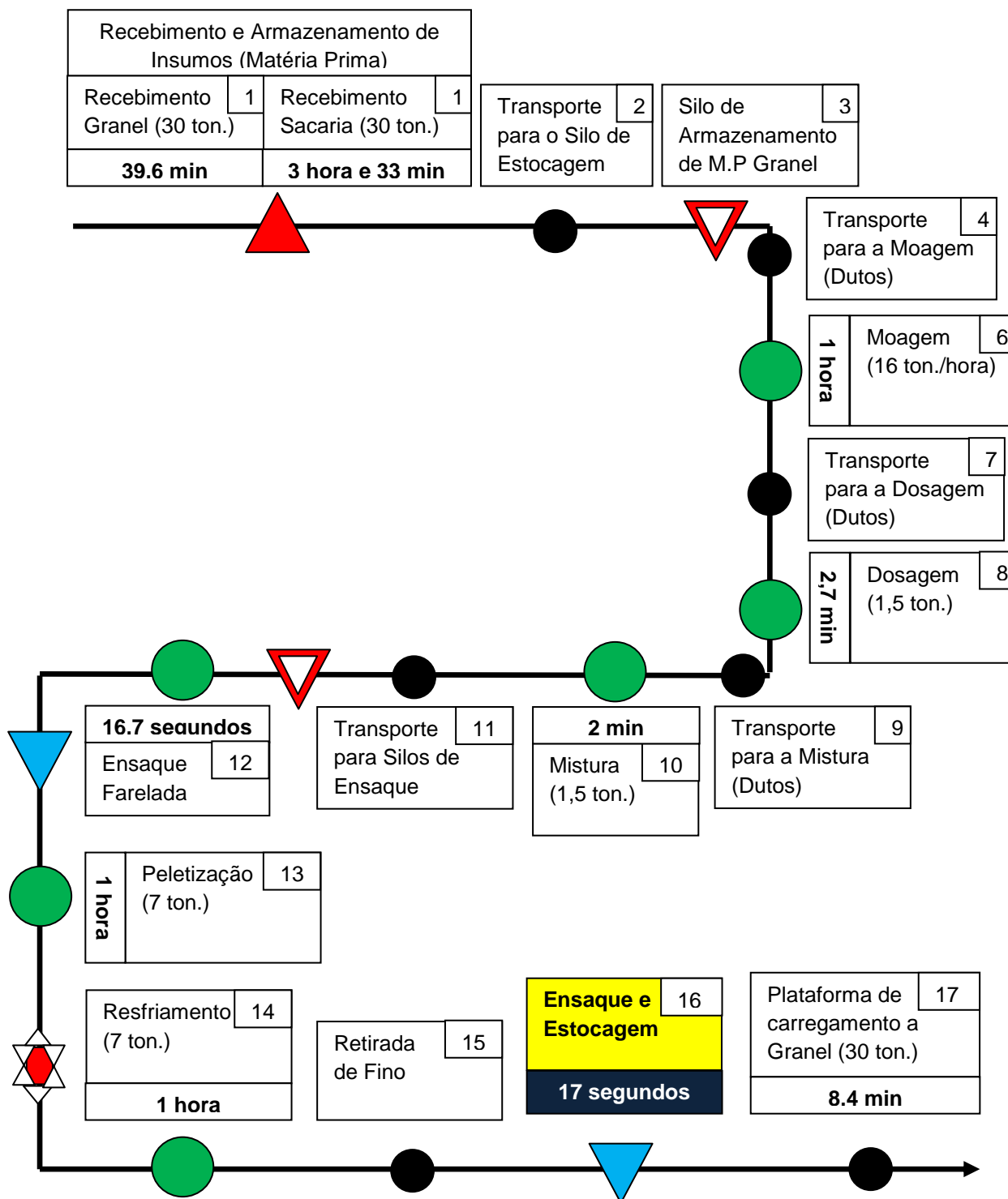
- Processo de Moagem;
- Processo de Dosagem;
- Processo de Mistura;
- Processo de Peletização;
- Processo de Resfriamento;
- Processo de Ensaque.

Operações que não agregam valor: todas as operações do processo que não agregam nenhuma característica nova ao produto.

- Processo de recebimento de MP Granel;
- Processo de recebimento de MP Sacaria;
- Processo de armazenamento de MP Granel;
- Processo de Retirada de Finos;
- Processo de carregamento a granel.

Para facilitar a visualização das perdas, foi acrescentada ao mapeamento do fluxo de produção, a simbologia determinada no referencial teórico. Como mostra a Fig.10.

Figura 10 - Mapeamento do fluxo produtivo do setor de Ração Animal, utilizando a simbologia dos elementos detalhada.



Fonte: Próprio autor (2014).

Utiliza-se da classificação de perdas para melhor entendimento sobre os desperdícios encontrados na linha de produção, como demonstrado no quadro 12.

Quadro 12 - Classificação das perdas mediante o processo.

Perdas	Descrição
Por transporte	Grande proximidade das matérias primas com o produto acabado, propor uma redistribuição em relação ao espaço ocupado.
Por processamento	Paradas na linha de ensaio por motivos de regulagem de maquinários. Falta de uma equipe de manutenção.
Por produto defeituoso	Etapa de costura do produto final, sacos inadequados.
Por estoque	Grande quantidade de produtos acabados e de matérias primas. Interferindo diretamente no custo da Empresa.
Por espera	Tempos ociosos, prejudicando o desempenho do colaborador, ocasionando em paradas nos processos posteriores e em super produção nos anteriores sobrecarregando o sistema.

Fonte: Próprio autor (2014).

5.8.2 Cálculos do IROG

Os dados coletados para a elaboração do IROG foram obtidos através de planilhas de controle de produção, acompanhamento realizado em 2014. Observando a quantidade média de produção diária. A partir dos dados levantados, foi possível calcular o IROG das operações, o que pode ser visto na Tabela 5 e Tabela 6.

O gargalo é a etapa com maior eficiência, visto que ela dita a saída do produto acabado. Porém, além da confirmação da existência do gargalo, também se pôde observar que existem operações com muita ociosidade, gerando perdas desnecessárias para a empresa.

Tabela 05 – Cálculo do IROG para o setor de Suplementos Mineral.

Operação		Capacidade Total por dia	IROG
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Sacaria batida	60.000 kg	$50.000 / 60.000 = 83 \%$
	Sacaria Paletizada	450.000 kg	$50.000 / 450.000 = 11 \%$
Sala de Pesagem (micros minerais)	Pré mistura dos micros minerais	Não ocorre variação	
	Pesagem dos Macros nutrientes / Adição dos micros pré-misturados	Não ocorre variação	
Misturador	Mistura Final	79.500 kg	$50.000 / 79.500 = 63 \%$
Armazenamento de Produto Acabado	Ensaque e Estocagem	73.830 kg	$50.000 / 73.800 = 68 \%$
Quantidade média de produtos ensacados por dia: 50.000 kg			

Fonte: Próprio autor (2014).

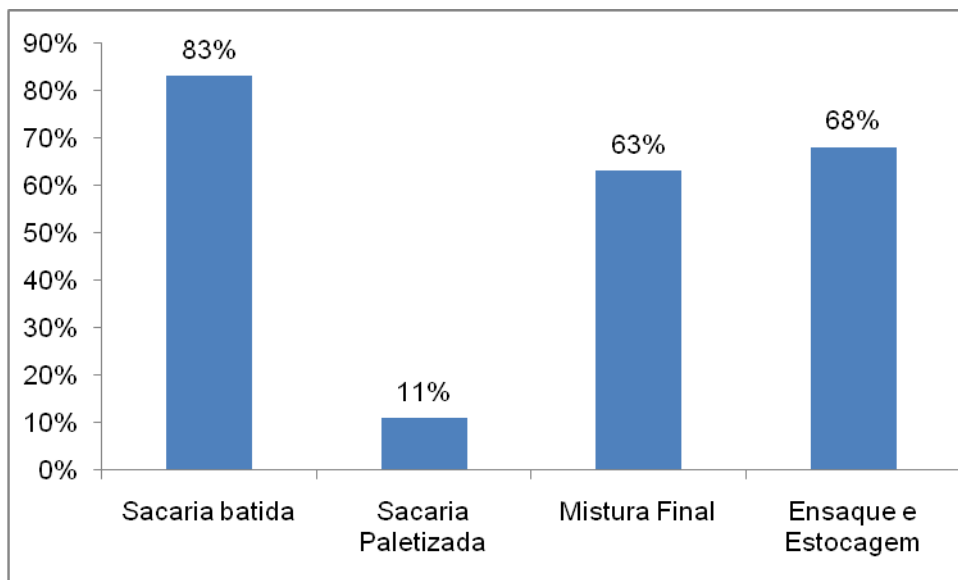
Tabela 06 – Cálculo do IROG para o setor de Ração Animal.

Operação		Capacidade Total por dia	IROG
Recebimento e Armazenamento de Insumos (Matéria Prima)	Recebimento Sacaria	150.000 kg	140.000 / 150.000 = 93 %
	Recebimento Granel	360.000 kg	140.000 / 360.000 = 39 %
Silo de Armazenamento de M.P Granel		600.000 kg	140.000 / 600.000 = 23 %
Moagem		256.000 kg	140.000 / 256.000 = 55 %
Dosagem		265.500 kg	140.000 / 265.500 = 53%
Mistura		360.000 kg	140.000 / 360.000 = 39 %
Ensaque Farelada		144.000 kg	140.000 / 144.00 = 97 %
Peletização		Não ocorre variação	
Resfriamento		Não ocorre variação	
Retirada de Fino		Não ocorre variação	
Ensaque e Estocagem		169.400 kg	150.000 / 169.400= 89 %
Plataforma de carregamento a Granel		1.710.000 kg	140.000 / 1.710.000 = 8 %
Quantidade média de produtos ensacados por dia: 140.000 kg			

Fonte: Próprio autor (2014).

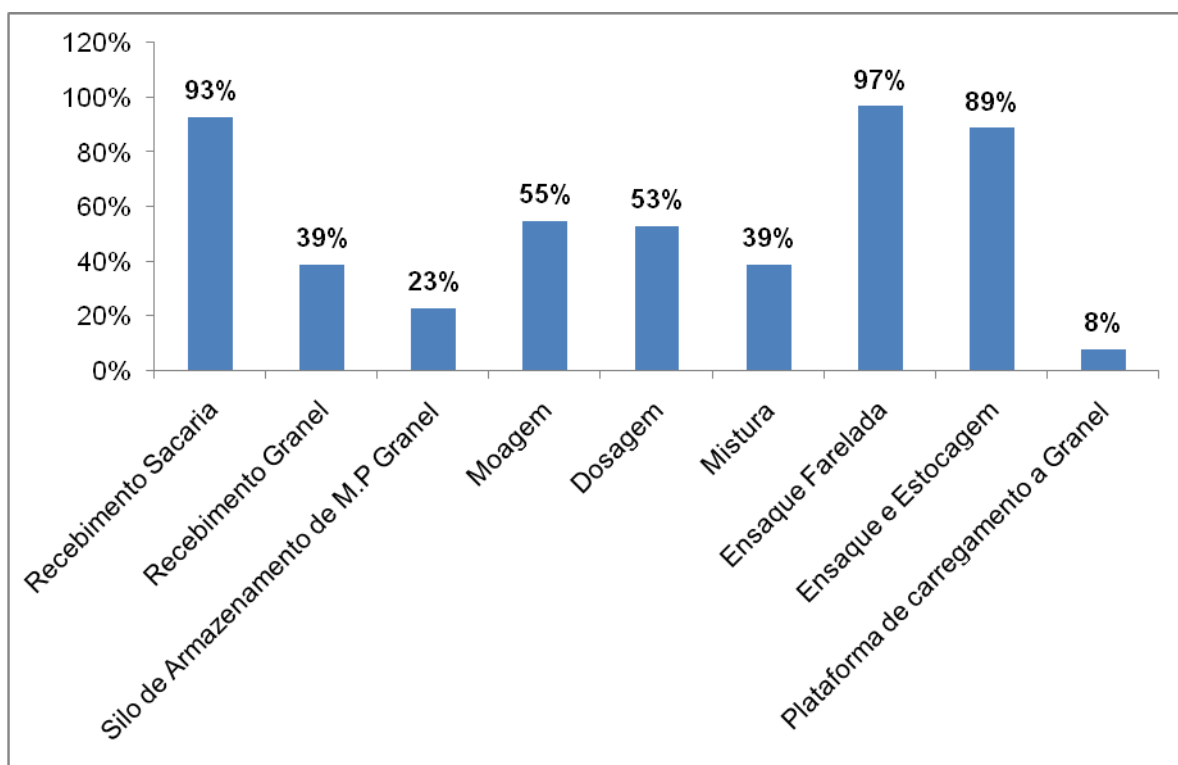
Os gráficos demonstrados abaixo foram elaborados para melhor entendimento dos resultados do cálculo do IROG.

Gráfico 1 - Eficiência das Operações para o setor de Suplementos Mineral.



Fonte: Próprio autor (2014).

Gráfico 2 - Eficiência das Operações para o setor de Ração Mineral.



Fonte: Próprio autor (2014).

5.9 Plano de ação para a melhoria dos Processos Produtivos

Quadro 13 - Plano de ação - Tratar o gargalo encontrado.

O que (What)	Por que (Why)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Como (How)	Quanto (How Much)
Realizar balanceamento do processo.	*Ocupar de forma equilibrada todos os operadores, reduzir perdas por estoques.	Supervisor de produção, juntamente com o responsável do setor	Sempre que houver uma baixa na capacidade produtiva	Todo setor	Através de um acompanhamento	Sem investimento
Criar cronogramas para Limpeza e Manutenções.	*Evitar parada dos equipamentos de forma imprevista. *Reduzir tempo de manutenções e setup.	Técnico de processos	Entre o término do lote que estava em processamento e o início do próximo lote	Todo setor	Através de um acompanhamento	Sem investimento
Determinar a melhor forma para a execução do trabalho	*Reduzir esforços desnecessários. *Reduzir o tempo de produção.	Supervisor de produção, juntamente com o responsável do setor	Sempre que houver uma baixa na capacidade produtiva	Todo setor	Através de Treinamentos	Sem investimento
Duplicar o processo de Ensaque e Estocagem	*Aumentar a capacidade produtiva. *Redução da sobrecarga do fluxo de produção.	Supervisor de Produção	Sempre que houver o sistema estiver sobrecarregado	Ensaque e Estocagem	Disponibilizando uma esteira que alimenta duas linhas de produção	Baixo investimento
Revezar posições de trabalho.	*Gerar multifuncionalidade e redução da fadiga.	Supervisor de produção, juntamente com o responsável do setor	Sempre que possível	Todo setor	Através de uma verificação de função	Sem investimento
Redução de Estoques	*Estoques desnecessários, prejudicam a área de produção e afeta diretamente nos custos.	Supervisor de produção, juntamente com o responsável do setor	Sempre que houver redução na previsão da demanda	Setor de Ração e Suprimento animal	Através de um acompanhamento da demanda	Sem investimento

Fonte: Próprio autor (2014).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo que teve como objetivo a identificação e o tratamento de um gargalo encontrado na linha de produção da empresa pesquisada, onde foram perceptíveis, sob o ponto de vista tecnológico, que a indústria ainda se encontrava parada no tempo, formular e produzir um tipo de ração é um processo simples, mas conseguir atingir um padrão de qualidade considerável se torna um desafio.

No entanto para identificar o gargalo que restringia a produção foi necessário mensurar os tempos de ciclo, avaliando o tempo de cada atividade, por meio da ferramenta de mapeamento de processos, foi possível visualizar e compreender todas as atividades executadas no processo, juntamente com o fluxograma e o levantamento de informações auxiliares tornando a análise dos processos mais detalhada.

Através dos dados coletados, foi possível obter a capacidade produtiva instalada e o percentual de rendimento de cada processo dentro da empresa. A partir desses dados, realizou-se uma análise, identificando-se dentro das atividades um gargalo, localizado no processo de ensaque e estocagem final, que restringia a produção do setor de ração animal. O tratamento e melhoramento do processo onde se localizava a restrição, não causaram desvantagens no processo, devido a um plano de ação bem elaborado e estruturado, buscando minimizar qualquer impacto negativo que prejudicaria a linha de produção. Em relação às vantagens, houve uma melhora significativa para o setor de produção e para o setor de vendas, aumentando o número de produção e garantindo uma melhor qualidade, facilitando à comercialização do produto final.

Finalizou-se esse estudo propondo a criação de uma nova linha de produção, o treinamento dos colaboradores para desenvolverem uma multifuncionalidade e estabelecer um melhor balanceamento de recursos de produção.

Portanto, atingiram-se todos os objetivos específicos deste trabalho, uma vez que foi identificado o processo atual, analisado as tarefas e tempos, avaliados os resultados obtidos e identificadas as perdas, sendo por fim definidas as melhorias pertinentes ao processo.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Roberto dos Reis, **Análise comparativa de metodologias para análise, identificação e solução de problemas**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. Dissertação (Mestrado Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.
- ANTUNES, J. **Sistemas de produção**: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ARAUJO, M. A. **Administração de produção e operações**: Uma abordagem prática. 1. ed. Belo Horizonte: Armazém de Ideias, 2008.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E.; MORAIS, L. P.; RODRIGUES, C. P. **Administração da qualidade e da produtividade**: Abordagens do processo administrativo. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos**: Projeto e medida do trabalho. 6.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- BLATI, A. C. et al. **Balanceamento de operações**: Aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis. 75f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.
- CAMPOS, V.F. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecs, 2004.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.G.N. **Just in Time, MRP II e OPT**: Um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 1993.
- COX III, J.F; SPENCER M. S. **Manual da teoria das restrições**: Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- Ferraz Maquinas e Engenharia LTDA. Disponível em: [HTTP://www.ferrazmaquinas.com.br/](http://www.ferrazmaquinas.com.br/). 13 de 06 de 2014.
- GOLDRATT, E. M. **Não é Sorte**: A aplicação dos processos de raciocínio da teoria das restrições. São Paulo: Nobel, 2004.
- JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.
- LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. 6ª ed. São Paulo: Saraiva 2002.
- MELLO, P, H, C. et al. **Sistema de Gestão da Qualidade para Operações de Produção e Serviços**. 1. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2009.

- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.
- NOREEN, E. W; SMITH, D; MACKEY, J. T. **A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial**: Um relatório independente. Tradução Claudiney Fullmann, São Paulo: Educator, 1996.
- PANTALEÃO, Luis. **Capacitação tecnológica “In Company”**. Manual de treinamento Lean Manufacturing do grupo Prodttare. Porto Alegre, 2008.
- PEGORARO, F. et al. **Aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da teoria das restrições em um indústria de cal**. Rio Grande do Sul: Enegep, 2012.
- PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. **Administração da Produção**: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PLANTULLO, V, L. **Um pouco além do Just-in-time**: Uma abordagem à teoria das restrições. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 34, n.5, set/out. 1994.
- SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção**: Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.