



**UTFPR- UNIVERSIDADE FEDERAL TECNOLÓGICA DO PARANÁ**  
**ESPECIALIZAÇÃO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**ANDRÉ LUÍS POLESELLO**

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES**  
**NO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE NUTRIÇÃO ANIMAL**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PATO BRANCO - PR**  
**2018**

**ANDRÉ LUÍS POLESELLO**

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES  
NO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE NUTRIÇÃO ANIMAL**

**Trabalho de Conclusão da  
Especialização apresentado ao curso de  
Engenharia de Produção da UTFPR,  
como requisito para obtenção de título  
de Especialização em Engenharia de  
Produção.**

**Prof. Orientador (a): Dalmarino Setti**

**PATO BRANCO -PR  
2018**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus de Pato Branco  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
III Curso de Especialização em Engenharia de Produção



## TERMO DE APROVAÇÃO

### APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO SISTEMA PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE NUTRIÇÃO ANIMAL

Por

**ANDRÉ LUÍS POLESELLO**

Esta Monografia foi apresentada em vinte e sete de outubro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Pato Branco, 27 de outubro de 2018.

---

Dalmarino Setti  
Prof. Orientador

---

Marcelo Gonçalves Trentin  
Membro titular

---

José Donizetti de Lima  
Membro titular

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

*Dedico este trabalho a meu filho Pedro Comin  
Polesello e minha esposa Juliana.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus e toda a minha força de vontade em querer conquistar mais esta etapa e também por ter me dado saúde, sabedoria, garra e condições para superar as dificuldades.

Aos meus colegas de especialização pela ajuda e colaboração no auxílio das tarefas difíceis que enfrentamos ajudando assim nosso desenvolvimento na formação profissional e intelectual.

Ao meu orientador Prof. Dalmarino pela oportunidade de me auxiliar a concluir este trabalho com êxito.

Aos meus familiares pelo amor, incentivo e apoio incondicional por acreditarem e contribuírem na conquista de mais esta etapa de minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente participaram deste processo para a minha formação.

*“Mostremos valor constância,  
Nesta ímpia e injusta guerra  
Sirvam nossas façanhas  
De modelo a toda terra  
De modelo a toda terra”*

*Francisco Pinto da Fontoura / Hino Rio Grandense*

## RESUMO

POLESELLO, André Luís. Aplicação da Teoria das Restrições no Sistema Produtivo de uma Empresa de Nutrição Animal. 2018, 54. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, ano 2018

A Teoria das Restrições teve seu início em meados da década de 70 revolucionando a manufatura em diferentes países como Estados Unidos, Israel e Holanda, no cenário brasileiro a difusão desta metodologia ainda não está suficientemente desenvolvida. A Teoria das Restrições parte do estudo dos recursos que abrangem todo o fluxo do processo produtivo, a fim de quantificá-los e elevá-los para melhorar a eficiência do processo. O trabalho foi realizado em uma empresa do ramo Avícola, na unidade de uma fábrica de ração, a empresa fornece ração de aves para seus integrados, primando pela qualidade e confiabilidade do produto, já que o produto final do ciclo é a carne de frango. A pesquisa é exploratória com abordagem qualitativa, que visou por meio do estudo de caso, acompanhar as etapas do fluxo produtivo, bem como a consulta dos controles diários da produção, para identificar e analisar o produto que possui a maior demanda. Após a constatação do produto de maior produção foram cronometrados os tempos dos equipamentos durante seu ciclo de trabalho para cada batelada, acompanhada do início ao fim do processo, com o objetivo de visualizar o recurso que restringe a produção. A partir dos resultados que se espera decorrer através de sua aplicação é o objetivo desta pesquisa conceituar a TOC e sua origem, bem como demonstrar as etapas que compõe a sua aplicação, e após determinado o recurso mais lento do processo concentrar os esforços para subordinar o sistema em relação a ele, e elevar sua capacidade, garantindo o máximo aproveitamento de seu tempo disponível.

**Palavras- chave:** TOC, Gargalo, Restrição, Ração.

Lisa de abreviaturas e siglas

5W2H: What – Where - Why – When – Who – How – How Much

CEF: Capacidade Efetiva

CN: Capacidade Nominal

DBR: Drum-Buffer-Rope

IFIF: International Feed Industry Federation

Inputs: Entrada

Outputs: Saída

PDCA: Plan – Do – Check - Action

TOC: Theory of Constraints

TPC: Tambor-Pulmão-Corda

## ABSTRACT

POLESELLO, André Luís. Application of the Theory of Constraints in the Productive System of an Animal Nutrition Company. 2018, 54. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, ano 2018

The Theory of Constraints began in the mid-1970s, revolutionizing manufacturing in different countries such as the United States, Israel and the Netherlands, in the Brazilian scenario the diffusion of this methodology is not yet sufficiently developed. The Theory of Constraints starts from the study of resources that cover the entire flow of the production process in order to quantify them and elevate them to improve the efficiency of the process. The work was carried out in a poultry company, in the unit of a feed factory, the company provides poultry ration for its members, emphasizing the quality and reliability of the product, since the product of the cycle is the chicken meat. The research is exploratory with a qualitative approach, which focused on the case study, follow the steps of the productive flow, as well as the consultation of the daily controls of production, to identify and analyze the product that has the greatest demand. After checking the highest production product, the equipment times were timed during its work cycle for each batch, followed by the start to the end of the process, in order to visualize the resource that restricts the production. From the results expected to be achieved through its application is the objective of this research to conceptualize OCD and its origin, as well as to demonstrate the steps that make up its application, and after determined the slower resource of the process concentrate efforts to subordinate the system in relation to it, and increase its capacity, ensuring the maximum use of its available time.

Key words: OCD, Bottleneck, Restriction, Ration.

### List of Abbreviations and Acronyms

5W2H: What – Where - Why – When – Who – How – How Much

CEF: Capacidade Efetiva

CN: Capacidade Nominal

DBR: Drum-Buffer-Rope

IFIF: International Feed Industry Federation

Inputs: Entrada

Outputs: Saída

PDCA: Plan – Do – Check - Action

TOC: Theory of Constraints

TPC: Tambor-Pulmão-Corda



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Simbologia de fluxograma.....	24
<b>Figura 2.</b> Metodologia PDCA. ....	27
<b>Figura 3.</b> Plano de Ação. ....	28
<b>Figura 4.</b> Influência da área abertta da peneira e a umidade do produto sobre a capacidade de produção. ....	31
<b>Figura 5.</b> Tipos de Misturadores.....	32
<b>Figura 6.</b> Fluxograma de Produção. ....	39
<b>Figura 7.</b> Paradas de Produção. ....	42
<b>Figura 8.</b> Análises diárias de Produção. ....	44
<b>Figura 9.</b> Planta / Tempos / Gargalos / Análises de Produção.....	43
<b>Figura 10.</b> PDCA.....	45
<b>Figura 11.</b> Plano de Ação. ....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Apontamento Mensal de Produção.....	40
<b>Tabela 2.</b> Capacidade Produtiva.....	41
<b>Tabela 3.</b> Simulação de Produção.....	47

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1. OBJETIVOS .....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
1.3 DELIMITAÇÃO .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1. SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	16
2.1.2. PRODUTIVIDADE.....	17
2.1.3. INDICADORES DE DESEMPENHO .....	19
2.2. TEORIA DAS RESTRIÇÕES .....	20
2.1.2. ORIGEM .....	20
2.2.2. CONCEITOS.....	20
2.2.3. PRINCÍPIOS DA TOC.....	21
2.2.4. OS 5 PASSOS DA TOC.....	22
2.3.1. FLUXOGRAMA .....	24
2.3.2. O CICLO PDCA .....	25
2.3.3. 5W2H.....	27
2.4. PRINCIPAIS PONTOS NA PRODUÇÃO DE RAÇÃO.....	28
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	35
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	35
3.2. ESTUDO DE CASO.....	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
4.1. INFORMAÇÕES DO PROCESSO PRODUTIVO .....	37
4.1.1. FLUXOGRAMA DO PROCESSO.....	37
4.1.2. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO DE MAIOR DEMANDA.....	40
4.1.3. DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO .....	41
4.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	41
4.2.1. IDENTIFICAÇÃO DA RESTRIÇÃO DO SISTEMA .....	41
4.2.2. DECIDIR COMO EXPLORAR A RESTRIÇÃO.....	42
4.2.3. SUBORDINAR TODO O SISTEMA EM RELAÇÃO A RESTRIÇÃO .....	43
4.2.4. ELEVAR A CAPACIDADE DA RESTRIÇÃO.....	43
4.2.5. IDENTIFICAÇÃO DA NOVA RESTRIÇÃO DO SISTEMA.....	47
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	48
REFERÊNCIAS .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo globalizado em que as organizações atuam, evidencia que é necessário conhecer detalhadamente o seu processo produtivo, para manter a sua competitividade no mercado.

Dentro de um processo produtivo a empresa espera atingir suas metas de produção, obter o retorno financeiro planejado, garantindo a qualidade do produto final e a confiabilidade do cliente, com um custo de produção conhecido. O propósito de uma empresa existir é o de obter lucro, para se elevar o lucro devem-se aumentar as vendas e reduzir as despesas operacionais, atendendo a demanda (PEREIRA, 2011).

Dentre os métodos existentes com fins de gerir e controlar os recursos durante o processo produtivo, maximizando seus resultados destaca-se a TOC (*Theory of Constraints*), desenvolvida a partir da década de 1970 por Elyahu Goldratt, um físico israelense que buscava minimizar os problemas encontrados no ambiente de produção (ALVES, 2010).

A Teoria das Restrições, também conhecida como TOC, trata a restrição, ou gargalo, como o recurso que limita o fluxo produtivo, ou seja, é este recurso que irá limitar que a empresa maximize seus resultados, por consequência disto se quisermos melhorar o desempenho de um sistema devemos identificar a restrição para depois atuar nela (CISLLAG, 1998).

A metodologia da TOC é aplicada no processo percorrendo 5 etapas, sendo elas: identificar a restrição, decidir como explorar a restrição, subordinar o sistema em relação a restrição, elevar a restrição, após identificada e solucionada realizar as etapas novamente não permitindo que a inércia seja uma restrição no sistema.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Este estudo tem como objetivo identificar a existência de restrições no processo produtivo de uma linha de produção de ração animal, utilizando como abordagem a Teoria das Restrições e suas principais ferramentas a fim de maximizar a utilização da referida linha de produção.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Definir com base na literatura as etapas e os métodos que compõem a Teoria das restrições (TOC);
- Identificar o produto de maior demanda na empresa estudada;
- Mensurar os tempos de produção do produto estudado;
- Aplicar os métodos da TOC;
- Propor medidas de melhoria na empresa estudada, a partir das constatações da Teoria das Restrições.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

O objetivo principal desta pesquisa é estudar o processo produtivo de uma fábrica de ração, no estado do Paraná, a fim de identificar o gargalo que limita o fluxo de produção e propor melhorias para maximizar a utilização dos equipamentos. Desta forma serão mensurados os tempos produtivos de cada equipamento, aplicando técnicas da TOC, que busca maximizar a produção por meio da localização das restrições do sistema baseando-se no princípio de que o sistema é um conjunto de elementos, e que existe uma interdependência entre eles.

Diante da competitividade em que as organizações se encontram e a pressão que o ambiente exerce sobre as mesmas é de extrema necessidade que estas busquem aperfeiçoarem seus processos, minimizando seus custos e aumentando sua produtividade, a fim de não perderem mercado. A TOC oferece ferramentas alternativas para visualizar a empresa como um sistema interligado, uma vez que o desempenho do processo depende do

esforço conjunto de cada elemento, como uma corrente de elos, onde o elo mais fraco limita a capacidade de toda a corrente, (QUELHAS *apud* BARCAUI, 2005).

A empresa em estudo foi escolhida por possuir um sistema produtivo complexo e completo, foi pioneira e é uma das líderes no setor de multiplicação genética de aves no Brasil, atua no mercado nacional e internacional dedicando-se a multiplicação genética de aves em parceria desde 1997 com outra grande empresa do setor, sendo esta reconhecida por suas linhagens genéticas de frango de alta qualidade, atua também no setor de alimentos com algumas marcas no mercado. A empresa possui unidades em Montenegro-RS, Paraná e em Minas Gerais. Seu sistema produtivo conta com granjas de avós e matrizes, incubatórios de ovos e fábrica de rações, que seguem um rígido controle de biosseguridade a fim de garantir a qualidade de seus produtos.

A empresa está em processo de expansão, elevando a capacidade de abate para 8 milhões de aves por mês. Estes empreendimentos, além das demais unidades da empresa necessitam ser apoiados principalmente pelas fábricas de rações, que abastecem as granjas com ração a fim de garantir que as aves atingem os pesos desejados nas idades determinadas.

A presente pesquisa se torna necessária devido ao aumento da demanda que se evidenciou após a ampliação da empresa, a unidade estudada neste trabalho está se adaptando a elevação da produção e necessita ter um gerenciamento de seus recursos, a fim de minimizar os impactos gerados pelo gargalo produtivo principalmente na linha 01 de produção. O estudo terá como princípio identificar por meio do histórico de produção a linha de produtos de maior demanda mensal, e a partir disto, evidenciar os tempos produtivos de cada equipamento durante seu real funcionamento, propondo através da TOC melhorias para o gerenciamento do gargalo, para que se aproveite ao máximo o tempo disponível de produção.

### **1.3 DELIMITAÇÃO**

A aplicação da metodologia TOC no ambiente de produção da atual empresa proporcionara aos gestores corporativos e diretoria, obter informações técnicas que irão auxiliar no processo de tomada de decisão quanto à capacidade produtiva e o gerenciamento dos recursos disponíveis, sendo que este estudo se limita unicamente a este processo produtivo.

O projeto desenvolvido teve como objetivo apresentar o plano de atividades que foram desenvolvidas no decorrer de 2018, durante o período de finalização da especialização do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal Tecnológica do Paraná. O trabalho foi efetuado em uma empresa do ramo avícola, que atua no cenário mundial de alimentos e genética, possuindo um completo sistema produtivo que garante matrizes de aves com qualidade e alta produtividade e baixo custo. As atividades foram focadas na mensuração de tempos produtivos e identificação de desperdícios no processo produtivo de ração, na Fábrica de Ração.

Aplicação da metodologia Teoria das Restrições em um sistema produtivo ‘Fábrica de Ração’

A empresa em questão é uma empresa brasileira, fundada no estado do Rio Grande do Sul e que possui unidades no Paraná e em Minas Gerais. A empresa está passando por um processo de expansão de negócios e por possuir um sistema produtivo de matriz completo, que abrange fábricas de rações, granjas de matrizes de aves e incubatórios, se preocupa com o rendimento de seus empreendimentos, a partir desta afirmação exige um gerenciamento rigoroso com o objetivo de reduzir desperdícios, garantindo a qualidade e aumentando o lucro. Diante desta problemática qual é a restrição que limita o fluxo produtivo na Fábrica de Rações de Itapejara – PR?

Como elevar esta restrição, aumentar a produtividade e o desempenho da empresa?

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Sistemas de produção

O Sistema de produção pode ser definido como um conjunto de atividades e operações que se inter-relacionam, permitindo a transformação de insumos ou entradas, através de um conjunto de elementos transformadores em produtos finais ou insumos para outros processos também conhecido como a saída do processo (CEOLIN, 2001).

De acordo com Ceolin (2001) o sistema apresenta componentes que definem o processo de produção, onde as entradas representam insumos e matérias-primas a serem processadas, onde o processamento engloba as atividades desenvolvidas por subsistemas, que são os elementos que compõe o sistema e interagem entre si para converter entradas em saídas, e as saídas representam o produto final a ser comercializado após a agregação de valor.

Desta forma entende-se que o processo produtivo é interligado com todos os ambientes da organização e também do ambiente externo. Moreira (2011), citado por Moura (2013) complementa que:

“O sistema de controle é a designação genérica que se dá ao conjunto de atividades que visa assegurar que programações sejam cumpridas, que padrões sejam obedecidos, que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida.”

Perante o cenário de concorrência e globalização que as organizações vivenciam, é evidente que se deve entender e compreender todas as etapas do sistema produtivo a fim de se adaptar as mudanças que acontecem no mercado com maior facilidade. O Gerenciamento de processo é fundamental para as organizações tomarem a decisão correta, necessita-se entender, controlar e gerenciar as operações desempenhadas durante o processo produtivo.

Segundo Corrêa (2009), a análise do fluxo de processos é uma ferramenta que avalia uma operação seguindo passos desde a entrada dos recursos no sistema, até as saídas do produto final, com o objetivo de definir e melhorar o projeto.

Dentro do contexto evidenciado por diversos autores nos quais cito abaixo, classificam o processo produtivo em contínuo ou intermitente. O sistema produtivo contínuo tem como características principais uma alta velocidade de produção, onde o tempo de processamento por unidade produzida é pequeno e as ordens de produção devem conter



grandes volumes, ou seja, produtos padronizados e produção de grandes lotes definem este tipo de processo produtivo (BORGES; DALCOL, 2002).

Entende-se por intermitente, situações onde as instalações devem ser flexíveis o suficiente para garantir uma grande variedade de produtos e tamanhos de lotes, onde a natureza básica das atividades impõem mudanças significativas nos inputs. A produção intermitente divide-se em repetitiva e sob encomenda. (RIBEIRO et al., 2006).

A produção repetitiva executa o sistema com vários itens e rotinas próximas, esta produção é caracterizada por produzir quantidades limitadas de um produto por vez, de forma repetitiva, utilizando rotinas parecidas para produção (CEOLIN, 2001).

A produção sob encomenda se inicia quando o cliente faz o pedido, onde cada atividade tem início e fim definidos, produtos customizados caracterizam este tipo de produção, necessitando longos tempos de produção tendo baixos volumes e alta variedade de produtos (MOURA, 2013).

### **2.1.2. Produtividade**

Devido a grande concorrência que as organizações encontram no mercado competitivo, torna-se necessário identificar os fatores que influenciam o desempenho empresarial. Segundo Muller (2003) as empresas utilizam a gestão gerencial como forma de se diferenciar garantindo posicionamento e reconhecimento do mercado.

Para Almeida (2003) produtividade pode ser entendida como a eficiência com que as entradas serão transformadas em saídas, ou seja, o quão bem a organização irá transformar os *inputs* em *outputs*, onde *input* corresponde aos recursos empregados como matéria-prima, equipamentos, trabalho, enquanto *output* equivale aos resultados obtidos na utilização destes recursos.

O gerenciamento da produtividade permite que as organizações controlem e apliquem técnicas de melhoria contínua no seu processo de produção. Conforme apresentado por Oliveira (2006) os processos produtivos ao atingirem seu objetivo, que é a criação de produtos e/ou serviços geram informações que se convertem em dados úteis para a organização a fim de auxiliar na tomada de decisão, medir o desempenho contribui para o bom funcionamento da empresa.

Chiavenato (2005) afirma que o controle da produtividade depende de mensurar, avaliar e corrigir a performance, assegurando que os objetivos traçados sejam atingidos. O

Controle visa atender duas premissas básicas, a primeira é a correção das falhas, onde são detectados falhas ou erros no processo de planejamento ou execução a fim de apontar medidas de correção, a segunda prevenção das futuras falhas ou erros, diz respeito à após serem corrigidas as falhas, serem identificadas maneiras de evitá-las no futuro.

Para Macedo (2002) a performance da organização não pode ser medida apenas pela eficiência em uma de suas fases, todos os fatores variáveis que afetam o desempenho da empresa como preço, qualidade, estratégia de mercado, volume de vendas, estoque, relação com fornecedores afetam sistemicamente a produtividade.

O cálculo da capacidade produtiva é medido através de três parâmetros, sendo eles: Produtividade, eficiência e custo, no qual a produtividade é a relação entre a quantidade produzida e o recurso que a deu origem. Conforme define Santos et al., (2011), os recursos são os itens que consomem o capital da organização, e podem ser expressos pelos meios de produção, como: matéria-prima, equipamentos e mão de obra. Onde o cálculo é demonstrado conforme a equação abaixo:

$$\text{Capacidade} = \text{Tempo Disponível} \times \text{Eficiência}$$

Eq.1

A avaliação da produção é feita através da capacidade ou a real produção executada nos postos de trabalho, trabalhando com a maior capacidade produtiva e considerando variáveis dentro do processo produtivo como troca de matéria prima, abastecimentos e troca de produção (SANTOS, 2011).

Santos et al., (2011) nos fala que existem dois tipos de capacidade produtiva que devem ser estudadas pela organização:

- Capacidade nominal ou teórica (CN): onde são considerados 100% de aproveitamento do recurso.
- Capacidade efetiva ou real (CEF): onde se consideram as interrupções que não podem ser evitadas durante a jornada de trabalho.

Onde o percentual da eficiência do posto de trabalho pode ser encontrado através da equação:

$$\text{Eficiência} = \text{Capacidade Efetiva} / \text{Capacidade Nominal}$$

Eq.2

Por consequência disto, a produtividade irá medir a performance dos recursos e a eficiência e desempenho dos postos de trabalho, considerando a capacidade produtiva.

### **2.1.3. Indicadores de desempenho**

Segundo Oliveira (2006) é extremamente necessário que as organizações disponham de informações e dados que irão permitir uma avaliação do presente e futuro em vista das alterações que ocorrem no mercado.

Oliveira (2004) afirma que os indicadores são representações que quantificam as características de serviços, produtos ou processos, parametrizando e avaliando a eficiência e eficácia dos processos de uma organização. Os parâmetros de medição de performance devem estar alinhados com o planejamento estratégico da organização a fim de facilitar o processo decisório.

Ainda segundo o autor os indicadores são classificados em:

- Indicadores estratégicos: define a posição da organização quanto à direção que esta toma em relação a sua visão.
- Indicadores de Produtividade: encontrados dentro do processo produtivo, estão diretamente ligados aos indicadores de qualidade, onde é tratado da utilização de recursos para transformá-los em produtos e serviços. Tem o objetivo principal de identificar e prevenir problemas nos processos.
- Indicadores de Qualidade: estes se relacionam diretamente a saída do processo, ou seja, representa a eficácia com que o processo irá atender as necessidades do cliente, identificando a satisfação dos mesmos.
- Indicadores de Efetividade: medem o grau de modificação, ou seja, o impacto que o problema gerou diante da ação estratégica.
- Indicadores de Capacidade: medem a capacidade de resposta do processo, diante da relação entre saídas e seu tempo de produção.

O planejamento irá definir os objetivos e quantificar metas de produção que resultarão no retorno do capital investido. A organização deve identificar o ponto de operação onde o volume mínimo produzido irá se igualar com os custos, ou seja, a receita é igual aos custos fixos e variáveis, sendo necessário após definidas as metas garantir que o sistema atende as expectativas. A TOC irá evidenciar a real capacidade produtiva da empresa

durante seu funcionamento, demonstrando pontos onde se devem aplicar ferramentas de melhoria contínua.

## **2.2. Teoria das Restrições**

### **2.1.2. Origem**

A Teoria das Restrições também denominada TOC é um desenvolvimento prático no aspecto de tomada de decisões organizacionais onde existam restrições (CORREIA; VILLAR, 2010). Desenvolvida por Elyahu Goldratt, físico israelense, em meados da década de 70 partindo de um estudo para solucionar problemas na logística de uma fábrica de gaiolas, seu conhecimento triplicou a produção da planta, (REZENDE, 2012).

Segundo Cox e Schleier (2013), grandes corporações tem obtido sucesso com a aplicação das técnicas da TOC, como exemplo, o autor cita: 3M, Amazon, Boeing, General Motors, NASA, entre outras, sendo que este método de gestão garante a elevação da competitividade na produção de bens e serviços.

### **2.2.2. Conceitos**

O entendimento da TOC se dá inicialmente através da definição de restrição. Para Watson et al., (2007), o conceito de restrição pode ser entendido como “qualquer elemento ou fator que impede que um sistema atinja um nível de maior desempenho em relação a meta”, ou para Verma (1997) pode ser entendida como uma maneira de gestão centrada na melhoria de processos que irão restringir o fluxo de produção com vistas a melhorar continuamente o desempenho das operações de fabricação, buscando otimizar a produção, por meio de identificar as restrições de um sistema, minimizando ou eliminando , a fim de melhorar o desempenho da organização.

O gargalo ou restrição como é amplamente utilizado na TOC, é definido por Pessoa (2003) citado por Silva (2010, p.8) como qualquer limitação no fluxo produtivo, onde será determinando o seu desempenho e também a sua capacidade para obter maior rentabilidade.

Ferreira (2007) afirma que o gerenciamento das restrições ou o processo de aprimoramento contínuo da produção é constituído por um procedimento que visa propor ações voltadas a identificar e remover as restrições existentes na organização, permitindo

assim acompanhar as ações desenvolvidas juntamente com indicadores de desempenho, concentrando os esforços de maneira a garantir o nível de produção desejado.

A teoria das restrições se fundamenta em elevar o lucro da empresa através de uma gestão adequada de seus recursos, seu ponto central está na identificação dos recursos que limitam o processo produtivo, para isso se estabeleceu um conjunto de princípios que se aplicam a gestão das organizações (FERREIRA, 2007).

Constituída em três linhas de pesquisa, a TOC se desmembra em Logística, Gerenciamento de restrições e o Processo de pensamento da TOC. O ramo logístico agrega os métodos de programação e controle da produção, em busca de gerenciar o fino da produção. O Gerenciamento das restrições está voltado em realizar ações para identificar os variados tipos de restrições existentes no ambiente produtivo, já o processo de pensamento utiliza o diagrama de causa e efeito para analisar e solucionar os problemas referentes à restrição do sistema produtivo.

### **2.2.3. Princípios da TOC**

Para Alves (2011) e Ferreira (2007), foi desenvolvido um conjunto de regras para a otimização da produção, onde este tem como lema “a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total”, visto que o sistema deve ser visto de forma global, ou seja, em relação ao fluxo, estes princípios são apresentados a seguir:

- 1. Balancear o fluxo e não a capacidade:** a capacidade de produção não deve estar equilibrada com a demanda, mas o balanceamento do fluxo de produção deve ser feito baseado na demanda do mercado.
- 2. A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema:** a utilização de recursos não gargalos devem estar nivelados em função das restrições identificadas no sistema.
- 3. A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos:** a utilização corresponde ao uso de um recurso não gargalo baseado na capacidade de um recurso gargalo. A ativação do recurso se refere ao uso de um recurso não gargalo com volume superior ao necessário pelo recurso gargalo.
- 4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro:** qualquer tempo desperdiçado no recurso restritivo seja para preparar a máquina, manutenção corretiva, produção não solicitada pelo mercado, reduz a capacidade do fluxo.

**5. Uma hora ganha em um recurso não gargalo é apenas uma miragem:** o importante é reduzir os tempos nos recursos restritivos, economizar tempos em recursos não gargalos corresponde apenas em aumentar o tempo ocioso do sistema, não o torna mais produtivo.

**6. Os gargalos governam o ganho e o inventário:** os recursos restritivos além de ditar o ritmo do sistema, determinam também o ganho e os níveis de estoque, pois estes são dimensionados e localizados de maneira a eliminar flutuações de demanda.

**7. O lote de transferência pode não ser e, não deveria ser igual ao lote de processamento:** o lote de processamento é analisado quanto o recurso, enquanto o lote de transferência é analisado na perspectiva do fluxo. Assim o lote de transferência é uma parte do lote de processamento. O lote de processamento é o tamanho total do lote que vai ser processado, o lote de transferência é definido como o tamanho dos lotes que serão transferidos para as operações seguintes, visto que os recursos restritivos limitam o fluxo é impossível que todo o lote processado seja transferido.

**8. O lote de processamento deve ser variável e não fixo:** o lote de processamento é dependente da fábrica, desta forma deve variar como esta.

**9. Os programas devem ser estabelecidos, considerando-se todas as restrições simultaneamente e não sequencialmente:** os *leads times* são reflexos da sequência de produção definida, para cada sequenciamento proposto, diferentes *leads times* serão obtidos.

#### 2.2.4. Os 5 passos da TOC

Para a TOC cada organização possui uma restrição impedindo a gestão de atingir a meta definida. As restrições consideradas para esta ferramenta são de natureza física, ou seja, equipamentos, mão de obra. Desta forma, a Teoria desenvolve um conjunto de etapas para identificar e aperfeiçoar tais restrições. De acordo com Cox (2013), a metodologia consiste em cinco passos e é utilizada para promover a melhoria contínua.

- **Identificar a restrição do sistema:** Numa empresa industrial, a restrição pode ser o tempo disponível ou a capacidade de uma máquina, de um departamento ou de uma estação de trabalho. Para empresas de serviços ou de alta tecnologia, a restrição pode ser o tempo disponível dos funcionários mais capacitados.

- **Calcular a rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição:** Este valor é obtido pela divisão da rentabilidade ou margem de contribuição unitária pelo consumo de recursos da restrição para produzir um produto. A chave para maximizar o lucro é concentrar na produção e na comercialização de produtos com a maior rentabilidade por unidade de recurso consumida na restrição.
- **Subordinar o sistema à restrição:** Os recursos e estoques devem ser gerenciados de modo a prover exatamente o necessário para atingir os objetivos definidos para a restrição. Este passo pode implicar na ociosidade de recursos que não são restrições. Normalmente o sistema é subordinado à restrição através de um método de programação e controle da produção chamado de Tambor-Pulmão-Corda (*Drum-Buffer-Rope* ou DBR).
- **Romper ou elevar a restrição do sistema:** Através da melhoria contínua das operações, da aquisição de capacidade ou de flutuações na demanda, por exemplo, a restrição do sistema pode ser rompida ou elevada, de modo que a esta restrição deixe de sê-lo. Uma nova restrição física ou não física, interna ou externa, assumirá o papel da restrição anterior.
- **Identificar a nova restrição do sistema caso a restrição seja rompida:** Deve ser observado, no entanto, que a implementação da TOC pode exigir uma mudança substancial na maneira com que a empresa opera. Por exemplo, suponha que, numa empresa, produzir e comercializar o produto de menor preço unitário e maior demanda maximize o lucro (objetivo). Se a empresa remunera sua força de vendas com base em comissões como um percentual da receita, pode existir um incentivo implícito para vender os produtos mais caros. Este cenário demandaria uma nova política de remuneração da força de vendas.

### 2.3. Ferramentas de controles e melhorias de processos








Após a realização de estudos e identificados os gargalos limitantes da produção deve-se incluir ações para minimizar o ciclo desta etapa e diminuir sua carga de trabalho, elevando sua capacidade de produção. Após a execução desta primeira fase, possivelmente outro equipamento irá restringir a operação, sendo necessário um novo combate a esse novo gargalo, elevando o nível de produção da linha. Mollman et al. (2006) afirma que para

reduzir os impactos gerados por interrupções nos gargalos, seja por manutenções programadas ou não, ou até mesmo falta de matéria prima é determinante a utilização de pulmões na linha, onde inseridos em locais estratégicos irão gerar estoques a fim de compensar possíveis problemas na alimentação do gargalo.

### 2.3.1. Fluxograma

O fluxograma é tratado como a representação por meio de fluxo de todo o processo de uma organização, seu objetivo é descrever a sequência do processo, ou seja, detalhar seus recursos de operação. Lins (1993) determina como um conjunto de etapas de um processo, combinando equipamentos, pessoas, métodos e ferramentas que irão gerar um produto final. Peinado e Graeml (2007) definem como uma maneira de representar a sequência das atividades desenvolvidas em um trabalho por meio de símbolos gráficos, que busca demonstrar de forma clara o fluxo do processo.

O fluxograma é detalhado através de símbolos padronizados para cada etapa do processo (Figura 1).

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

**Figura 1** - Simbologia de fluxograma.

Fonte: Bergman et al (2012).



### 2.3.2. O ciclo PDCA

O ciclo PDCA é uma ferramenta de gestão que objetiva controlar e melhorar os processos de forma contínua. O ciclo é composto por 4 etapas que se dividem em Plan (Planejar), Do (Executar), Check (Verificar) e Action (Agir), (AGOSTINETTO, 2006).

Agostinnetto (2006) nos afirma que os primeiros estudos sobre PDCA partiram de Walter Shewhart na década de 20 onde se conceituava que esta ferramenta era a que representava da melhor maneira o ciclo de gerenciamento de uma atividade.

Para Mariani (2005) a necessidade de métodos quantitativos e qualitativos para compreender fenômenos eventuais, fez com que as organizações buscassem maneiras de gerenciar os seus processos internos garantindo que as metas almeçadas serão atingidas, utilizando de informações como fator que direciona as decisões.

Werkema (2006) trata o PDCA como um método de gerenciamento onde se necessita tomar decisões para garantir que as metas sejam alcançadas e a sobrevivência da empresa continuada.

Leonel (2008) trata a qualidade de um produto ou serviço como aquele que atende de forma perfeita, com confiabilidade, de maneira segura, acessível e no tempo certo quanto as necessidades do cliente. Esta afirmação nos mostra que a qualidade não esta intrínseca somente na ausência de defeitos de um produto, mas sim em todos os processos que agregam valor ao mesmo.

Campos (1992) define que a combinação dos elementos que compõe um processo tendo como o objetivo a produção de um bem ou serviço permite que cada etapa seja controlada separadamente, facilitando a identificação de possíveis problemas e a atuação em suas causas, resultando em um gerenciamento eficaz de todo o processo.

Desta maneira a utilização do PDCA como ferramenta de auxílio quanto aos problemas relacionados ao recurso restritivo irá proporcionar a garantia da qualidade do processo junto ao cliente. Abaixo serão evidenciadas as etapas que compõe o PDCA.

A primeira etapa que compõe o método é expressa pela letra P de Planejar, ou em sua forma original *Plan* onde por ser o início da metodologia é este passo que irá desencadear todo o estudo. Nesta fase deve ser determinado o objetivo específico a ser atingido, os prazos para a execução da atividade, recursos necessários para concluir o

planejamento e tudo o que envolve o planejamento do processo em execução (ANDRADE, 2003).

Ishikawa (1993) afirma também que nesta etapa devem ser estabelecidas as metas e também os métodos a serem utilizados para se alcançar o que foi proposto, o planejamento deve ser definido de forma a evitar o desperdício de tempo nas próximas fases do ciclo.

Seguindo a próxima fase do ciclo temos a execução, representada pela letra D de *Do*, neste momento do ciclo todos os objetivos evidenciados na etapa anterior devem ser colocados em prática, esta fase se volta para a eficiência do processo baseado no planejamento realizado anteriormente (ANDRADE,2003).

Leonel (2008) afirma que a execução das tarefas deve ser feita da maneira como foram planejadas, o treinamento é o fator chave para o sucesso em sua realização sendo necessário que os funcionários estejam preparados para a execução das ações.

A terceira fase do ciclo consiste em analisar os resultados da execução. Andrade (2003) define que a empresa deve dar importância as metas definidas na primeira etapa do ciclo e monitoradas na execução da atividade para que se possa verificar o impacto gerado quanto às ações, demonstrando quais tiveram os melhores resultados e quais deixaram de atingir os níveis de eficiência desejados. Após comprovada a eficácia das ações que foram implementadas, deve-se ir para o próximo ciclo, padronizando as atividades.

O último ciclo da ferramenta é caracterizado pela padronização das ações executadas. Esta etapa é definida em sua linguagem original como *Act* de atuar, consistindo em elaborar um padrão ou alterar um que já existe, evidenciando os itens fundamentais para a execução da atividade, tais como o que fazer, quem deverá executar a atividade, e porque essa tarefa deve ser executada (ANDRADE, 2003). O ciclo PDCA está apresentado abaixo conforme suas etapas foram detalhadas no decorrer do texto (Figura 2).



**Figura 2.** Metodologia PDCA.

Fonte: Lugli (2009).

A metodologia PDCA irá auxiliar na proposta de melhoria e identificação das causas raízes que afetam o rendimento do recurso. Depois de feita a análise dos dados, utilizando a ferramenta de melhoria contínua que falaremos abaixo será proposto um modelo de ação para corrigir as falhas do processo.

### 2.3.3. 5W2H

A metodologia 5W2H é uma ferramenta que nos auxilia a corrigir falhas sobre determinado processo, propondo um plano de ação que visa atingir níveis de melhorias desejados. Como diagnóstico pode-se aumentar o nível de detalhamento das informações e identificar rapidamente as falhas, como plano de ação este método irá auxiliar na elaboração de um plano de ação a fim de eliminar o problema. A ferramenta serve também para padronizar procedimentos, roteiros de inspeção e manutenção (LISBOA & GODOY, 2012).

Vergara (2006) afirma que esta ferramenta é amplamente utilizada para mapear e padronizar processos, elaborar planos de ação definindo responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados. O método é representado por iniciais de palavras em inglês, *why* (porquê), *what* (o que), *where* (onde), *when* (quando), *who* (quem) e *how much* (quanto custa).

A metodologia é elaborada em forma de planilha conforme ilustrado na figura abaixo, onde temos todas as informações necessárias para a elaboração do plano de ação (Figura 3).

P								D
P 1 - PLANO DE AÇÃO PROPOSTA / PROJETO / ESTRATÉGIA:					META OBJETIVO: META PRAZO: META VALOR:			INDICA- DOR
	MEDIDA ou AÇÕES (O Quê)	Quando	Onde	Quem	Razão, Por que, Por Quem	Como (Procedimento)	Quanto (R\$)	Posição _ / _ / _
1								⊕
2								⊕
3								⊕
4								⊕
5								⊕
6								⊕
7								⊕
8								⊕
9								⊕

**Figura 3.** Plano de Ação.

Fonte: [www.ciclocapd.com.br](http://www.ciclocapd.com.br)

## 2.4. PRINCIPAIS PONTOS NA PRODUÇÃO DE RAÇÃO

A gestão de uma fábrica de rações em sua forma mais ampla não se diferencia do gerenciamento de qualquer outra organização. Em sua entrada têm-se as matérias primas, que após beneficiadas e armazenadas serão transformadas em um produto que deverá atender a especificações pré-determinadas. A transformação dos *inputs* em *outputs* se dá através de processos que devem ser produtivos o suficiente para alcançar as metas propostas, atingindo o melhor custo benefício possível, a fim de garantir a sobrevivência e a competitividade da empresa (KLEIN, 2009).

Klein (2009) afirma que a produção de rações no contexto econômico e social é de grande importância para a economia mundial, onde segundo IFIF (*Internacional Feed Industry Federation*) a produção mundial anual de rações gira em torno de um bilhão de toneladas, agregando um valor de US\$ 370 bilhões de dólares. Toda esta produção está distribuída entre China, Estados Unidos da América, União Europeia e América Latina, sendo que dentre 138 milhões de toneladas produzidas na América Latina 63 milhões pertencem ao Brasil. Para o autor devemos continuar buscando atingir melhores níveis de

eficiência dentro do processo produtivo, pois o país irá continuar em ascensão quanto à produção de alimentos e rações.

Dentro do âmbito produtivo devemos levar em conta alguns fatores para termos um produto de qualidade. A formulação do produto é a base para se atingir níveis de qualidade no campo, portanto não pode sofrer alterações sem o prévio conhecimento do responsável técnico. As matérias primas devem atender a especificações definidas pelos nutricionistas e responsáveis, pois ao recebermos um *input* fora da tolerância estaremos remetendo um resultado abaixo do esperado no fim do ciclo, o animal irá responder conforme sua dieta.

Os processos devem ser capazes de atingir as especificidades, o fluxo deve ser balanceado, o layout da fábrica deve ser dimensionado de forma a garantir a sequência correta das atividades de forma ergonômica, e os equipamentos automatizados e projetados conforme a demanda esperada. Necessita-se também de funcionários qualificados e treinados para se ter um produto de qualidade, todos esses fatores gerenciados por um sistema que garante a entrega do produto com qualidade (KLEIN, 2009).

Para Klein (2009) em busca pela qualidade a fábrica de rações deve garantir um alimento seguro, através de boas práticas de fabricação para que se reduzam ao máximo os riscos físicos, químicos e microbiológicos com o fim de proteger os consumidores finais. O alimento deve estar nutricionalmente equilibrado, respeitando níveis de tolerância quanto às especificações das matérias primas, dentro de uma produtividade adequada, atingindo o melhor custo possível.

Quanto ao custo da ração Klein (2009) afirma que os custos envolvidos em uma integração avícola são representados por cerca de 40% do orçamento do setor de rações. O custo da ração em relação ao custo da ave viva atinge aproximadamente 70% do custo total de um animal, sendo o custo da ração no comedouro decomposto em sua maior parte nas matérias primas, próximo dos 93%, o custo operacional variando entre 2,2 a 4 % e o transporte 2 a 3%.

Diante desta composição verifica-se a importância que devemos dar ao processo produtivo, pois qualquer erro cometido no processo irá afetar cerca de 90% dos custos totais comprometendo o desempenho no campo e desperdiçando recursos. O autor discorre também sobre a capacidade dos recursos de agregarem valor as matérias primas, como a moagem, a mistura e o tratamento térmico que terão impacto direto sobre as matérias primas, que são a maior parte dos custos da ração.

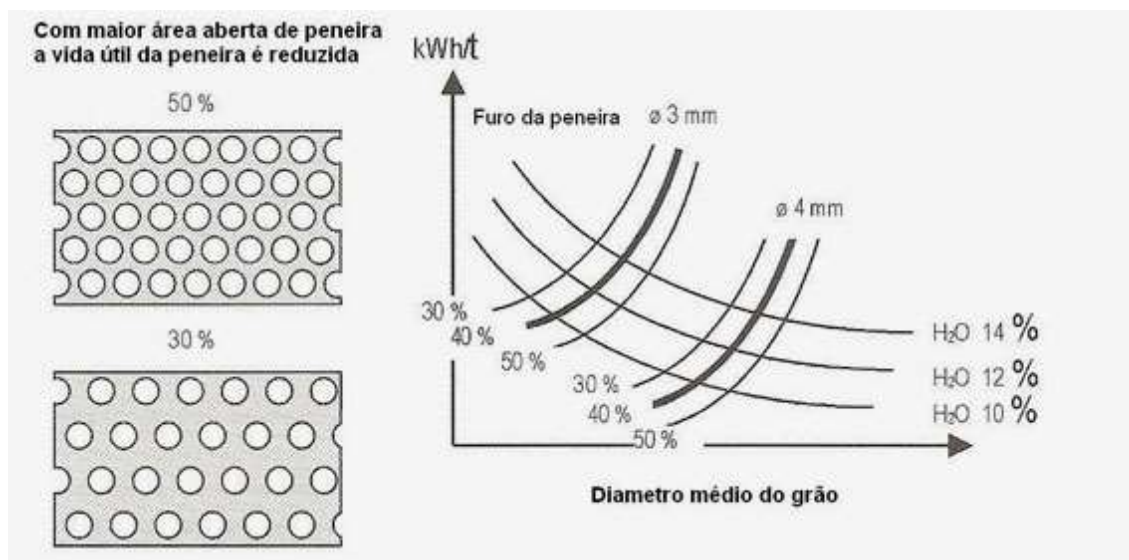
A moagem dentro do sistema de fabricação de ração tem como objetivo reduzir o tamanho das partículas. Robert (2009) fala que esse processo compreende em alterar as características físicas dos ingredientes com fim de reduzi-las, facilitando o processo de mistura e englobando uma maior disponibilidade de nutrientes.

A moagem teve seu início na Idade da Pedra, onde os grãos eram pressionados contra rochas para serem esmagados. Atualmente o equipamento mais utilizado neste processo é o moinho de martelos, que consiste basicamente em um rotor formado por discos montados em um eixo, interligados por pinos que suportam os martelos, em sua lateral o rotor é envolvido por telas perfuradas que tem o diâmetro de seus furos determinados conforme a necessidade da granulometria do produto a ser moído (ROBERT, 2009).

Esta etapa do processo, segundo Robert (2009) é responsável por grande parte da potencia instalada dentro da unidade fabril e deve receber grande atenção durante seu funcionamento. Alguns fatores são essenciais para o bom rendimento do processo, como conhecer as propriedades que garantem plasticidade e solidez as matérias primas, considerando a umidade das mesmas que para Lara (2010) o aumento de 1% na umidade do produto a ser moído impacta em um acréscimo de 7% no consumo de energia.

A velocidade periférica na extremidade dos martelos também deve ser avaliada, pois se o rotor do moinho girar em uma velocidade excessiva o material que já se encontrava no tamanho ideal terá um menor tempo para deixa a câmara de moagem, acarretando uma sequencia de redução no tamanho, isso irá resultar em uma maior quantidade de finos e um maior consumo de energia elétrica. A eficiência da moagem está relacionada também a área furada da peneira, quanto maior a área furada com mais facilidade as partículas deixarão a câmara da moagem, resultando em um menor consumo de energia e maior capacidade de moagem, o efeito negativo de maior área aberta é o fato da fragilidade das peneiras, que devem ter sua área aberta em torno de 30% a 50% Lara (2010).

A influência da área furada na peneira pode ser evidenciada na abaixo (figura 4), que relaciona o consumo de energia, o diâmetro do grão e a umidade do produto.



**Figura 4.** Influência da área aberta da peneira e a umidade do produto sobre a capacidade de produção.

Fonte: Lara (2010).

Para assegurar uma melhor eficiência devem ser executados procedimentos e inspeções atendendo pontos quanto à retirada de materiais estranhos do equipamento, reverter à rotação do moinho para desgastar os martelos uniformemente evitando o desbalanceamento dos mesmos, efetuar o controle de desgaste das peneiras e manter filtros de limpeza em bom estado.

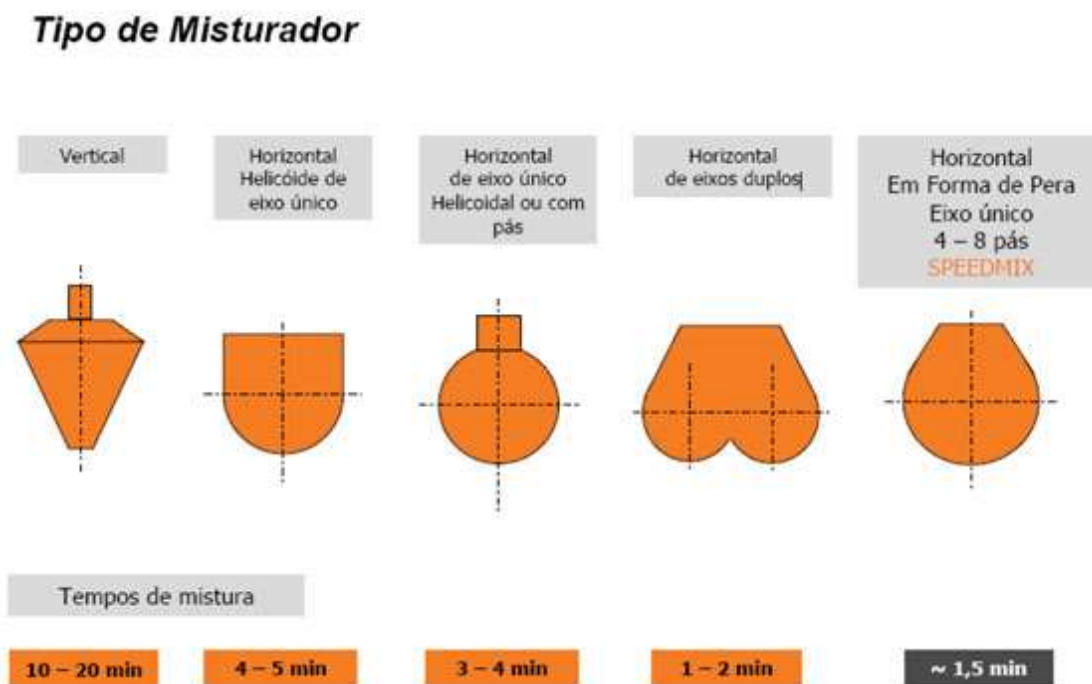
A etapa seguinte entre os principais recursos do processo está na mistura, que utiliza um equipamento chamado de misturador, onde são adicionados os macro e micro ingredientes juntamente com a injeção de gorduras e óleos, o equipamento se posiciona pós a moagem dos macros ingredientes. Esta fase do processo se caracteriza por garantir que cada batelada de ração irá possuir uma uniformidade entre os ingredientes (LARA, 2010).

Lara (2010) considera que para atingir um nível de mistura ideal, ou seja, que entre amostragens seja identificado um padrão de uniformidade misturada entre os ingredientes deve-se atentar a alguns fatores que afetam diretamente a mistura. O autor fala que devem ser observados as características dos ingredientes, a uniformidade de mistura através de análise física e o equipamento propriamente dito.

Os ingredientes devem apresentar características próximas quanto ao seu tamanho de partícula, pois quando existe a diferença entre o tamanho das partículas de dois ingredientes, pode ocorrer a separação dos mesmos. O formato das partículas afetam as propriedades de fluxo e de armazenagem, pois podem obstruir o fluxo normal ou se

possuírem formato arredondado facilita sua movimentação e estas caem mais rapidamente, ocasionando a desmistura. O autor fala também sobre a necessidade de o equipamento estar aterrado corretamente, porque o choque das partículas acaba tornando-as eletrostáticas podendo assim ficar presas a partes metálicas do equipamento (LARA, 2010)

Dentro da produção de rações são utilizados preferencialmente dois tipos de equipamentos, os de helicóide ou os de pás. O tipo de misturador a ser definido pela empresa irá variar quanto o tempo de mistura necessário para cada batelada. Como nos mostra a imagem abaixo (figura 5) relacionando cada equipamento com seu tempo de mistura.



**Figura 5.** Tipos de Misturadores.

Fonte: Lara (2010).

Pontos críticos desta etapa do processo que irá interferir no produto final e garantir uma mistura adequada implicam diretamente no equipamento, o primeiro é definido pelo grau de enchimento do equipamento, que deve ser determinado avaliando a potência do rotor e o volume a ser misturado, se utilizarmos o equipamento com pás permite-se que o misturador seja preenchido de 10% a 100% de seu volume total, já com a helicóide o grau de preenchimento deve variar entre 50% a 100% para termos um coeficiente de variação adequado, sendo que ao utilizarmos este último deve-se deixar aproximadamente de 15 cm de helicóide acima do nível da ração (LARA, 2010).



Durante a execução desta atividade Lara (2010) nos pede atenção quanto a adição dos micros ingredientes dentro do equipamento, para o autor o misturador deve ser capaz de misturar os micro ingrediente na proporção de 1:100.000, estes ingredientes devem estar armazenados o mais próximo do misturador e sendo utilizado o tipo de transporte correto, para evitar o risco da contaminação cruzada.

Após a mistura total o equipamento através da automação irá descarregar o produto para a próxima etapa, nesta descarga o autor fala sobre duas maneiras distintas de realizá-las, a primeira através de comporta, agrupada diretamente no misturador, que ao efetuar a descarga deve deixar no mínimo 0,2% de produto dentro do equipamento, a monitoria da abertura da comporta deve ser feita diariamente para evitar o vazamento do produto e a contaminação entre produtos diferentes. A segunda maneira trata da utilização de gaveta como descarga, esta ocorre de maneira mais lenta, mas não acarreta problemas quanto a vazamento e a permanência de resíduos no misturador.

O monitoramento da qualidade da mistura é medido através do coeficiente de variação da uniformidade da mistura, neste tipo de análise é inserido junto com os micro ingredientes produtos como o Sal ASAE Standard S301.1, micro trace, violeta de metila, lisina ou metionina, a quantidade do produto determinado não poderá ultrapassar 0,5% do volume total da mistura, após inserido o produto e o processo executado deve ser retirado para análise de 10 a 15 amostras em diversos pontos do misturador, posterior é feita a contagem das partículas em cada amostra para se evidenciar a variação da mistura entre cada uma, o CV% não pode ultrapassar 5% para garantir um nível de mistura correto (LARA, 2010).

Seguindo o processo produtivo de ração o produto misturado é direcionado através de elementos transportadores para a etapa de peletização, que consiste em transformar a ração farelada em granulada, através de um processo físico-químico. Basicamente este processo nos apresenta benefícios como a redução da separação dos ingredientes, o aumento da densidade do produto misturado e a redução da perda do alimento no comedouro (TORTATO, 2011).

Schmitt et al (2012) apresenta como vantagens da peletização o aumento da palatabilidade da ração pela ave, facilitando e estimulando a ingestão devido a alteração da forma física, além de evitar a seleção dos ingredientes pela ave, o transporte e o armazenamento também são favorecidos pelo processo, já que elevando a densidade o espaço de armazenamento irá acondicionar maior quantidade de ração.

O equipamento é composto por uma rosca alimentadora que através de um controle de alimentação ajusta a quantidade de ração inserida dentro da máquina. A alimentação abastece um condicionador onde é adicionado juntamente com a ração o vapor saturado, com fim de aglutinar e gelatinizar melhor as partículas. Posteriormente a ração passa pelo retentor com objetivo de reduzir a ação microbiológica no produto, após o retentor a ração é direcionada para a parte interna da matriz, onde através da compressão de rolos contra os furos da matriz há a formação do pelete (LARA, 2010).

Lara (2010) afirma que o retentor se tornou a evolução dentro do processo de fabricação de ração em busca de reduzir a ação microbiológica, o tratamento térmico que ocorre dentro do retentor foi desenvolvido permitindo que as partículas se movimentem que garantem a empregabilidade do FIFO (*First In First Out*) referindo-se ao primeiro que entra é o primeiro que sai. A retenção do produto por um maior tempo dentro da peletizadora contribui para uma melhor absorção da umidade proporcionada pelo vapor para a ração.

O Vapor também contribui diretamente para termos qualidade no produto peletizado, o vapor que é inserido no condicionador deve ser saturado, seco e não conter condensado, na produção de ração para aves por se tratar de uma mistura com grande quantidade de grãos e pouca fibra, para se atingir uma boa qualidade no pelete depende-se de um bom condicionamento, o vapor adicionado no condicionador deve variar de 1 a 1,5 bar com temperatura na saída do condicionador de 85 a 90 graus Celsius (LARA, 2010).

A peletização sofre influencia dos ingredientes utilizados no produto, a moagem, condicionador, matriz e sua manutenção. As matérias primas utilizadas no processo irão proporcionar diferentes comportamento na produção, pois, por exemplo, o teor de proteína utilizado pode interferir na dureza dos peletes, a proteína bruta produz peletes com maior qualidade do que com proteína desnaturada. O aumento da fibra bruta também auxilia para termos peletes de melhor qualidade, mas em consequência disto temos um aumento no consumo de energia. A adição de gordura fragiliza a dureza dos peletes sendo que segundo o autor não pode ultrapassar 3% do tamanho da batelada. A inserção de minerais também garante peletes firmes, mas eleva o consumo de energia, já que aumente o atrito na matriz. A moagem é determinante para manter a qualidade do pelete, quanto mais fina a moagem, maior a qualidade da ração, mas em consequência disto acarreta a redução da eficiência da produção (LARA, 2010).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Classificação da pesquisa**

Este presente trabalho utilizará de uma pesquisa direta com ida a campo, que segundo Marconi e Lakatos (2003, p.186):

É aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos a cerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los. A pesquisa de campo propriamente dita não deve ser confundida com a simples coleta de dados (este ultimo corresponde à segunda fase de qualquer pesquisa), algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados e com objetivos pré-estabelecidos que discriminam suficientemente o que deve ser coletado.

Pois por meio dela, torna-se mais fácil a compreensão dos fatos obtidos e dos dados coletados a respeito da TOC, contribuindo no estudo de caso, com intuito de explorar e descrever as diversas situações observadas. Para Marconi e Lakatos (2006, p. 274).

O Estudo de Caso refere-se ao levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os seus aspectos. Entretanto, é limitado, pois se restringe ao caso que estuda, ou seja, um único caso, não podendo ser generalizado.

Portanto o estudo de caso é uma ótima maneira de vivenciar com afinco o problema apresentado neste trabalho, podendo assim extrair argumentos favoráveis na conclusão do mesmo.

#### **3.2. Informações para a aplicação da pesquisa**

O sujeito desta pesquisa será representado por um levantamento de dados, relatando o processo geral da TOC sobre o desempenho da fabrica.

Para a coleta de dados os instrumentos da pesquisa, foram utilizados uma mensuração detalhada do processo de fabricação de ração, evidenciando todo o processo, bem como seu percentual positivo ou negativo, o que levará ao índice de qualidade dentro do contexto esperado pela fabrica. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 274).

Também chamada de assistemática, antropológica e livre-quando o entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente a questão.

Nesse sentido afirmamos que este instrumento será de extrema valia para que possamos levantar dados relativos à importância da TOC para o processo de fabricação visando à qualidade da ração.

### **3.2. Estudo de caso**

O presente estudo foi realizado na linha de produção da Fábrica de Ração da empresa em estudo. Foram utilizadas técnicas para a coleta de dados, tendo como princípio a pesquisa bibliográfica, que trouxe subsídios para se aplicar a metodologia da teoria das restrições, também se utilizou a pesquisa documental onde através da consulta em fichas diárias de produção, buscou-se observar o sequenciamento da produção, bem como a demanda mensal necessária para atender aos pedidos dos integrados (granjas de aves), e a observação, que proporcionou durante o período de estágio a visualização do fluxo do processo produtivo, sua caracterização, suas etapas e o real funcionamento de seus equipamentos.

O estudo se caracteriza como um estudo de caso, onde se priorizou pela pesquisa exploratória qualitativa, sendo que os dados obtidos serão apresentados em tabelas na sequência deste trabalho. A fábrica produz mensalmente 25000 toneladas de ração para frangos de corte, operando em cinco dias por semana. Tem em seu quadro de lotação 35 funcionários entre operadores, líder, manutenção, analistas qualidade e auxiliares de produção. Dentro de seu processo existem duas linhas de produção de ração e uma linha de produção de soja desativada que produz em torno de 2500 toneladas de soja por mês.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este trabalho está dividido em etapas a fim de desenvolver a pesquisa-ação:

- a) Descrição e fluxograma do processo;
- b) Identificar o produto de maior demanda;
- c) Mensurar os tempos de produção;
- d) Aplicar os métodos da TOC;
- e) Propor um plano de melhoria;

### **4.1. Informações do processo produtivo**

O processo produtivo que envolve o sistema é caracterizado como um sistema de produção intermitente repetitivo, onde os produtos se padronizam em bateladas ou em lotes, limitando-se a quantidades por processo. Os equipamentos estão alocados em linha, onde cada etapa do processo depende da ação do equipamento anterior, até a conclusão do produto final.

O processo em estudo atende a padrões de qualidade e biossegurança, pré-estabelecidos por veterinários responsáveis pela formulação das rações e por normas de segurança alimentar determinadas pelo órgão que regulamenta o segmento.

#### **4.1.1. Fluxograma do processo**

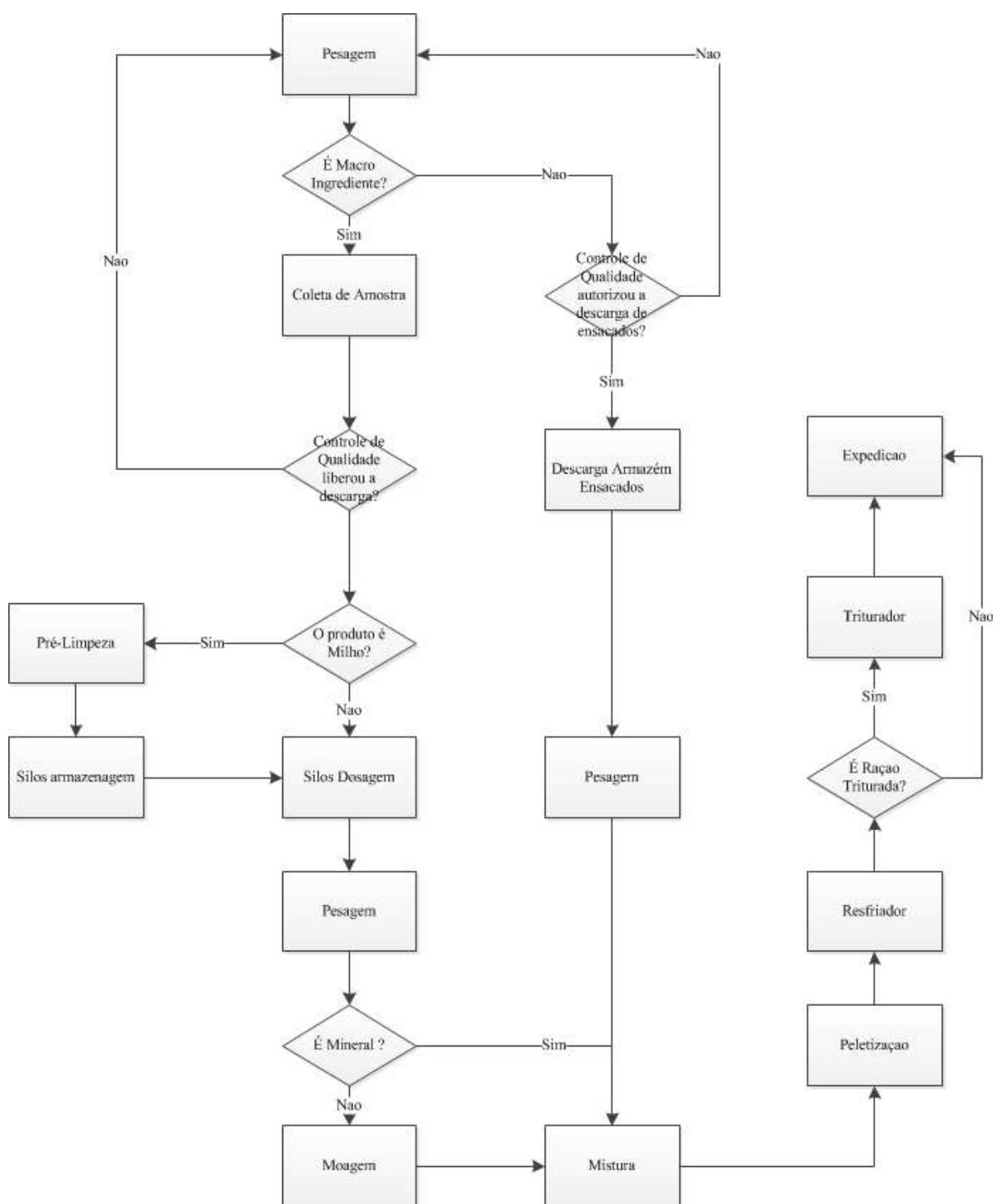
O fluxo produtivo se inicia com o recebimento da matéria prima no setor administrativo da empresa, onde é feita a pesagem bruta do veículo transportador na balança rodoviária, sendo que nesta etapa é emitida pelo sistema de gerenciamento a ordem de descarga, que acompanhará o veículo até a fábrica de ração. A descarga da matéria prima só acontece após a liberação do controle de qualidade em anexo a balança rodoviária, que inspeciona aspectos físicos e químicos do material, e posteriormente ao chegar ao local de descarga verifica-se o tipo de matéria prima a ser descarregada, podendo variar de granel a ensacado conforme predestinada pelos responsáveis da qualidade da unidade. Após esta etapa o material é direcionado aos silos de armazenamento ou ao depósito de ensacados.

A sequência do processo tendo os silos de armazenagem e o depósito de ensacados tendo produtos disponíveis para a produção das rações se inicia a etapa de pesagem, tanto de macro ingredientes que se dividem em milho, farelo de soja, soja desativada, fosfato e calcário, quanto a dos micros ingredientes que são definidos como as vitaminas, minerais e

aminoácidos necessários para a nutrição das aves. A etapa de pesagem é dividida em 4 balanças, onde tem-se a balança 1 e 2, para os macros ingredientes, a balança 3, para os micros ingredientes e a balança 4 dos aminoácidos. Feita a pesagem os materiais que se encontram na balança 1 e 2 são direcionados ao moinho onde será realizada a moagem com fim de reduzir a granulometria dos ingredientes, os ingredientes das demais balanças aguardam em silos pulmões acima do próximo equipamento.

Seguindo o fluxo e após a moagem, todos os ingredientes são descarregados no misturador que tem o objetivo de distribuir todos os ingredientes de forma uniforme com tempo padrão de mistura determinado. Concluindo esta etapa, a mistura é transportada para a peletizadora onde através da combinação de um processo mecânico juntamente com umidade, calor e pressão a ração muda do estado farelado para o estado peletizado, a peletização busca gelatinizar os ingredientes para melhorar a conversão alimentar das aves, aumenta o peso específico da ração para facilitar o transporte a granel, reduz a perda de alimento no campo e inibe a ação de bactérias nocivas aos animais.

Após a mudança de estado da ração de farelada para peletizada o produto passa pelo resfriador para retirar a umidade e resfriar o produto, na sequência segue para o triturador dependendo da fase da ração, que visa em reduzir o tamanho dos pellets conforme o tipo de ração produzida. O Fluxo produtivo é evidenciado abaixo (Figura 6):



**Figura 6.** Fluxograma de Produção.

Fonte: Autor (2018).

#### 4.1.2. Identificação do produto de maior demanda

A Fábrica possui em suas linhas de produção, 11 fases diferentes de ração, que variam entre os Frangos de Corte, sendo elas divididas em frangos do grupo Griller (pequenos com peso médio de 1,44 kg) e Frangos Broiller (grandes com peso médio de 2,95 kg) que atendem as aves desde sua fase inicial até a fase final, tendo sua demanda definida através da idade das aves em cada etapa de seu desenvolvimento.

Utilizando a consulta dos apontamentos mensais de produção referentes ao ano de 2018 até o momento do estudo, buscou-se através da análise dos dados, identificar o produto que possui maior demanda produtiva dentre todos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Apontamento Mensal de Produção.

Tipo de ave	Código	Itapejara D'Oeste Fábrica de Ração	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Total por fase em Tons	Percentual total por fase
			Previsto	Previsto	Previsto	Previsto	Previsto	Previsto	Previsto	Previsto		
Griller	2000320	PRÉ INICIAL VEGETAL	1.113	1.080	1.268	1.240	1.120	1.215	1.340	1.356	9.732	5,2385%
	2000321	INICIAL VEGETAL	2.783	2.350	2.703	2.641	2.430	2.125	2.336	2.544	19.912	10,7182%
	2000322	CRESCIMENTO VEGETAL	4.228	3.400	3.865	3.768	3.860	3.720	3.700	3.922	30.463	16,3975%
	2000325	RETIRADA VEGETAL	3.841	3.300	4.370	3.516	3.273	2.908	3.400	4.289	28.897	15,5546%
Broiller	2000323	CRESCIMENTO 01 VEGETAL	1.830	1.750	2.050	1.975	2.022	1.800	2.100	1.996	15.523	8,3557%
	2000324	CRESCIMENTO 02 VEGETAL	5.515	4.620	5.416	5.333	5.740	5.593	7.270	6.792	46.279	24,9109%
	2000326	RETIRADA 02 VEGETAL	3.372	2.650	3.356	2.968	3.269	3.365	3.800	3.725	26.505	14,2670%
Nat Verde	2000250	FRANGO NV PRE INIC VEGETAL	56	60	81	68	76	83	80	310	814	0,4382%
	2000253	FRANGO NV CRESIMENTO 01 VEGETAL	176	250	240	296	280	277	280	267	2.066	1,1121%
	2000254	FRANGO NV CRESIMENTO 02 VEGETAL	281	390	410	496	513	380	420	414	3.304	1,7785%
	2000255	FRANGO NV RETIRADA VEGETAL	243	280	362	326	290	218	300	264	2.283	1,2289%
Total de Toneladas produzidas por mês			23.438	20.130	24.121	22.627	22.873	21.684	25.026	25.879	185.778	100%

Fonte: Autor (2018).

Fica evidente dentre todos os produtos que a Ração 2000324 Crescimento 02 Vegetal possui uma demanda média de 24,9% entre toda a produção até o momento do estudo, é importante ressaltar também o aumento da demanda total do mês de agosto em relação ao mês de janeiro, onde a produção elevou cerca de 2441 toneladas, representando aproximadamente 9,43% de aumento. Somente a ração em estudo durante este mesmo período teve sua demanda elevada em 18,80%, representada por 1277 toneladas.



### 4.1.3. Determinação dos tempos de produção

A partir da coleta das informações e identificado o produto de maior demanda, foi realizada utilizando a técnica de cronometragem, a mensuração dos tempos de cada equipamento durante seu funcionamento. Foram coletadas cinco amostras de tempo de cada equipamento, sendo que cada batelada foi acompanhada do início do processo até o fim do mesmo. O processo estava estabilizado durante a coleta dos dados e os equipamentos estavam operando com sua capacidade máxima, conforme os parâmetros necessários para este tipo de produto (Tabela 2).

**Tabela 2.** Capacidade Produtiva Linha 01 ‘Gargalo fabril’.

Batelada	Unidade	Ba-02	Ba-01	Transp.Ba-01	Transp.Ba-02	Moagem	Micro Ing.	Transp.Micro	Descarga Macro	Descarga Micro	Mistura	Transp.Mistura	Peletização
25	Segundos	145	210	60	137	284	240	30	5	5	260	211	507,8
	Ton/ Hora	24,8	28,3	60	26,3	37,5	25	120	720	720	36,8	28	18,2
28	Segundos	117	223	60	147	288	240	30	5	5	261	236	507,8
	Ton/ Hora	24,7	28,5	60	26,3	38	25	120	720	720	38	28	18,2
32	Segundos	114	260	60	145	276	246	30	5	5	263	202	507,8
	Ton/ Hora	25,8	27,3	60	26,3	37,8	25	120	720	720	37,4	28	18,2
38	Segundos	108	267	60	143	276	243	30	5	5	265	207	507,8
	Ton/ Hora	24,3	27,8	60	26,3	38	25	120	720	720	38,3	28	18,2
43	Segundos	104	180	60	145	296	244	30	5	5	267	208	507,8
	Ton/ Hora	25,2	28	60	26,3	38,5	25	120	720	720	38,2	28	18,2

Fonte: Autor (2018).

## 4.2. Resultados da Aplicação da Teoria das Restrições

### 4.2.1. Identificação da restrição do sistema

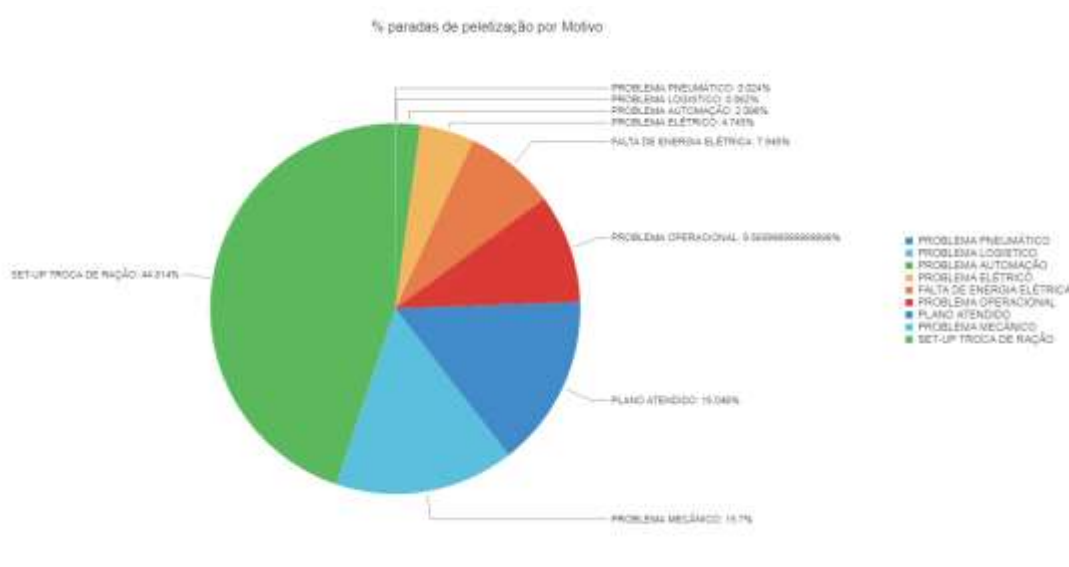
Analisando a tabela da capacidade produtiva, podemos visualizar que os tempos de cada equipamento foram cronometrados em cinco bateladas, e para cada batelada em cada equipamento foi destacado o tempo de ciclo do equipamento, e a capacidade que ele poderia atingir em toneladas por hora. Podemos verificar que em todas as cronometragens a média do tempo de funcionamento não se alterou significativamente.

Observa-se que a peletizadora é o equipamento que restringe a produção, ditando um ritmo médio para o tipo de produto estudado em aproximadamente dezoito toneladas por

hora, se compararmos a capacidade de produção real 25 tons / hora com a capacidade da linha em torno de 38 tons / hora, percebemos que a restrição está no processo de peletização, ou seja, o recurso restritivo não está sendo totalmente eficiente durante sua utilização pois as trocas “Setups” são o maior problema relacionado a perda de tempo encontrado no conjunto do sistema.

Em consequência disto, foi utilizado à pesquisa documental nas fichas diárias de produção para levantar dados que comprometem a eficiência da produtividade.

Este levantamento está demonstrado através de gráfico, onde se pode perceber o tempo ocioso da máquina e o seu real motivo (Figura 7).



**Figura 7.** Paradas de Produção.

Fonte: Autor (2018).

Por meio do gráfico (Figura 8) podemos observar que a ociosidade do recurso se encontra em três principais pontos, são eles: Setups, problemas mecânicos, e plano atendido.

#### 4.2.2. Decidir como explorar a restrição

Esta etapa irá garantir que todo o tempo disponível do equipamento seja totalmente utilizado, pois é a restrição que controla a capacidade do sistema, e uma hora perdida no

gargalo, é uma hora perdida no sistema inteiro. Para atender a esta expectativa à empresa adota medidas tais como:

- Atua com a manutenção preventiva no equipamento, para evitar falhas inesperadas que poderiam atrasar a produção.
- Adota medidas de controle de qualidade, analisando características físicas e químicas das matérias primas, para que os ingredientes utilizados atendam as necessidades nutricionais das aves e não afetem a produção na máquina e no campo.
- Viabilizar em conjunto com a Nutrição menos quantidades de fórmulas diminuindo ao Setups diários.

#### **4.2.3. Subordinar todo o sistema em relação à restrição**

Tendo a peletizadora como o recurso que restringe a produção, todas as demais máquinas devem se submeter a ela, a linha é projetada para 35 toneladas por hora, sendo que esta capacidade é quem determina a capacidade do sistema, os principais recursos que a antecedem devem ter sua capacidade de produção maior que a restrição, para que a mesma não fique sem produto, visualizando a tabela da capacidade produtiva, podemos evidenciar que a moagem e a mistura atendem a esta demanda. Outro ponto importante é a definição dos estoques pulmão antes da restrição, os equipamentos que antecedem a restrição garantem estoque dimensionado em aproximadamente 1,5 horas de produção.

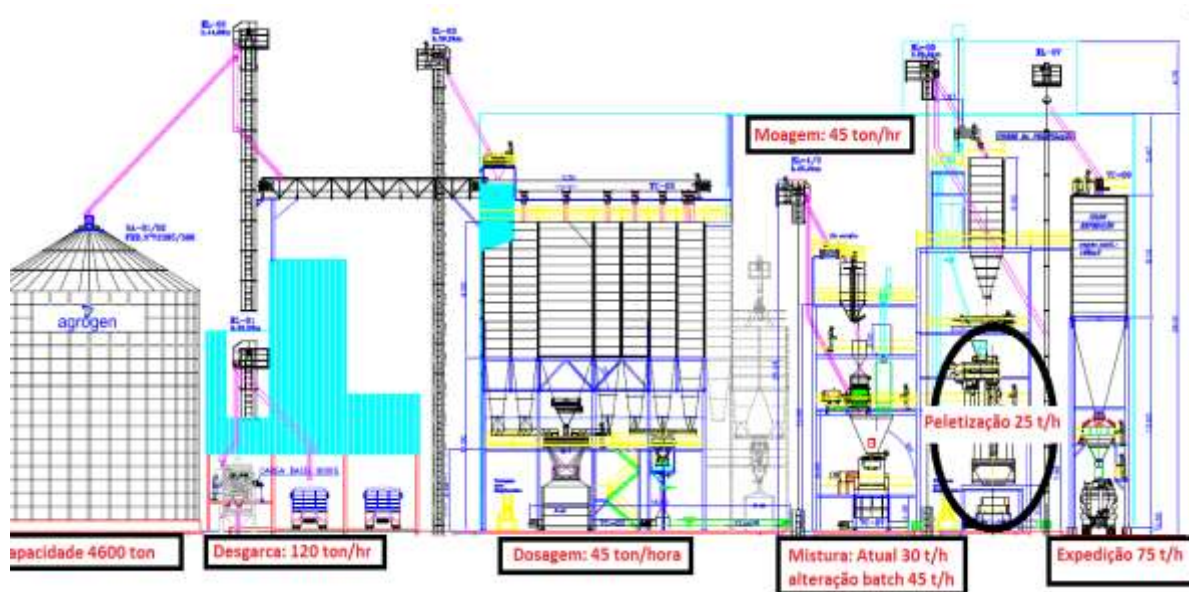
#### **4.2.4. Elevar a capacidade da restrição**

Ao observarmos a análise diária de produção (Figura 7) podemos observar que as ociosidades geradas pelos Setups representam 44% das perdas na produtividade da prensa, 15% problemas mecânicos e 15 % do plano atendido, onde o recurso está parado ou perdendo rendimento. Se compararmos a média da eficiência do equipamento durante o mês que é de cerca de 18,2 toneladas por hora, e a sua capacidade nominal é de 25 tons / hora, a peletizadora deixa de produzir aproximadamente 3591 toneladas por mês e a linha de produção que gira em 30 tons por hora está deixando de produzir mais 6230 tons devido a este gargalo.

ANÁLISE DIÁRIA DA PRODUÇÃO																						
Capacidade Teórica linha 01	550	600	600	600	600	550	600	600	600	600	550	600	600	600	600	550	600	600	600	550	600	
P (Ton/Hora)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
A Horas Disponíveis	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	
R Horas Trabalhadas	22:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	22:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	22:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	22:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	
A Dias Trabalhados	2/7/18	3/7/18	4/7/18	5/7/18	6/7/18	9/7/18	10/7/18	11/7/18	12/7/18	13/7/18	16/7/18	17/7/18	18/7/18	19/7/18	20/7/18	23/7/18	24/7/18	25/7/18	26/7/18	27/7/18	30/7/18	31/7/18
D Embuchamento da prensa	1:20	1:00	1:30	1:00	1:20	1:00	1:30	1:00	1:20	1:00	1:30	1:00	1:20	1:00	1:30	1:00	1:20	1:00	1:30	1:00	1:20	1:00
A Falha no sistema operacional			2:00					2:00					2:00					2:00				
S Limpeza de equipamentos	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30
Manutenção mecânica		1:00					1:00					1:00					1:00					
D Problemas elétricos			0:40						0:40										0:40			
A Treinamento	0:40							0:40					0:40					0:40				0:40
Setup	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20
P Regulagem de rolos	1:00					1:00					1:00					1:00						1:00
R Falta ou diminuição do vapor	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40	2:40
O Manutenção corretiva											3:00											
D Total de paradas	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30
U Tons de ração produzida	427	388	462	300	427	452	485	452	425	472	463	475	444	428	287	449	453	464	489	475	360	432
Ç Média Ton/Hora	19,41	16,17	19,25	12,50	17,79	20,55	20,21	18,83	17,71	19,67	21,05	19,79	18,50	17,83	11,96	20,41	18,88	19,33	20,38	19,79	15,00	18,00
À OEE Eficiência	77,64	64,67	77,00	50,00	71,17	82,18	80,83	75,33	70,83	78,67	84,18	79,17	74,00	71,33	47,83	81,64	75,50	77,33	81,50	79,17	65,45	72,00
O Disponibilidade	82,08	90,41	90,41	90,41	90,41	82,08	90,41	90,41	90,41	90,41	82,08	90,41	90,41	90,41	90,41	82,08	90,41	90,41	90,41	90,41	90,41	82,08

**Figura 8.** Análises diárias de Produção.

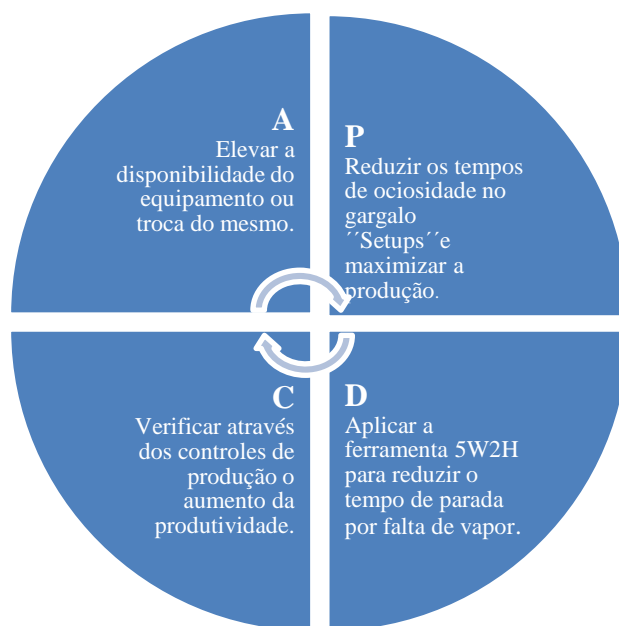
Fonte: Autor (2018).



**Figura 9.** Planta / Tempos / Gargalos / Análises de Produção.

Fonte: Autor (2018).

Como proposta de melhoria sugere-se a utilização da ferramenta PDCA para elevar a capacidade de produção da restrição (Figura 9).






**Figura 10.** PDCA.

Fonte: Autor (2018).

A redução dos tempos ociosos gerados no gargalo com fim de maximizar a produção será implementada pela proposta de um plano de ação 5W2H. O tempo perdido pelos setups, ocorre porque algumas fases são subdivididas devido a forma nutricional de cada ciclo da ave fazendo assim termos mais quantidade de fórmulas para produção. Nos problemas mecânicos o maior fator é a falta de vapor durante a alimentação da Desativadora de soja que está ligada na mesma caldeira da fábrica. A cada ciclo de cozimento que ocorre nas bateladas produzidas a pressão da linha baixa e acaba derrubando ou embuchando a peletizadora, fazendo que a mesma perca produção e rendimento. Antes de ser iniciada a batelada de soja na Desativadora que interfere diretamente na peletizadora, “recurso restritivo”, é necessário que o operador da caldeira aqueça a fornalha deixando a mesma com a temperatura acima dos 600 graus, e a partir da conclusão desta etapa que o recurso

restritivo estará disponível para seu funcionamento, mas devido ao tempo de injeção ser superior a 900 segundos ocorre a baixa da pressão na linha e prejudica a produtividade da máquina. Esta espera para se reestabelecer a pressão e aquecer a água e gerando o vapor, a peletizadora perde em média por dia cerca de 10 min de produção por batelada de soja. Quanto ao plano atendido será sugerido uma grade de produção que trabalhe em conjunto com o carregamento e expedição da ração fazendo assim minimizar as paradas devido ao espaço físico disponibilizado nos silos de expedição. O Plano de ação está proposto abaixo (Figura 10).

PLANO DE AÇÃO						
What (O que fazer)	Where (Onde fazer)	Why (Por que fazer)	When (Quando fazer)	Who (Quem irá fazer)	How (Como será feito)	How much (Quanto irá custar)
Troca da peletizadora DPH 660 por uma Kubex T12, criar um pulmão de vapor próximo a Desativadora de soja com capacidade de armazenar em torno de 1800 kg de vapor e aumentar o nível dos silos de expedição para maior capacidade de armazenamento.	Linha de peletização, Casa de caldeira e expedição da Fábrica de Rações Itapejara D'Oeste	Será feito com o objetivo de tornar o recurso restritivo disponível para seu funcionamento desde o início do aquecimento até o final do processo sem prejudicar a peletização da linha 01	Assim que liberado o projeto de investimento que está previsto para início de 2019	Supervisor de Produção da Fábrica de ração de Itapejara D'Oeste	Através de um projeto que passa por aprovação da Diretoria de empresa	O projeto prevê os seguintes itens para a execução: R\$ 2,5 milhões de investimento contando a mão de obra nos serviços executados e mais os materiais utilizados inclusive impostos e taxas previstas em lei
TROCA DE CONJUNTO DA PELETIZAÇÃO / MAIOR CAPACIDADE		DEPÓSITO DE VAPOR		AUMENTO CAP. SILOS		
						

**Figura 9.** Plano de Ação.

Fonte: Autor (2018).

Devido ao projeto e plano de ação do estudo estar em andamento, não teremos o resultado disponível para o estudo de caso ser concluído, a etapa de verificação do aumento da produtividade e a etapa da elevação da disponibilidade do equipamento serão demonstradas por meio de simulação, gerando assim os resultados finais do trabalho.

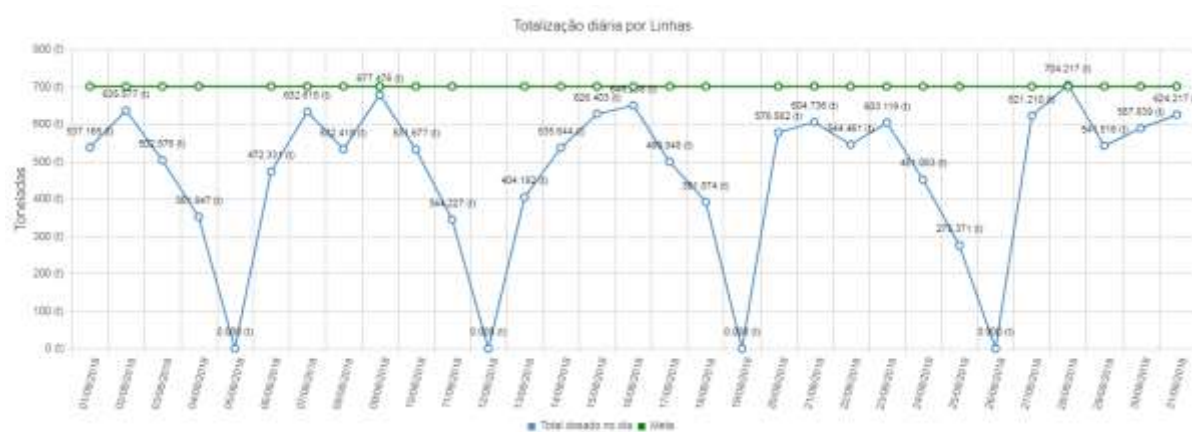
Podemos visualizar o aumento da disponibilidade e eficiência da fábrica com a implementação do plano de ação ao simularmos que, durante o mês de agosto em uma das linhas de produção (linha 01) sem interferência dos gargalos e fatores restritivos.

**Tabela 3.**

Simulação de Produção mês Agosto 2018 antes.



Simulação de Produção mês Agosto 2018 após plano de ação.



Podemos evidenciar pelos resultados obtidos na simulação que, com o aproveitamento e otimização do plano de ação podemos ter um acréscimo de 28% na produção, e a eficiência da fábrica passa de aproximadamente 73,5% para próximo de 90%, a produção mensal, portanto, aumentaria cerca de 6000 toneladas, suportando a expansão da empresa e evitando a necessidade de utilizar horas extra jornada para se atender a demanda isso tendo um baixo investimento e atendendo a necessidade atual da empresa.

#### 4.2.5. Identificação da nova restrição do sistema

Conforme nos fala a metodologia depois de identificado o recurso restritivo deve-se refazer todo o processo de estudo novamente, a fim de continuar o processo de melhoria contínua. Este deverá ser o próximo passo, que não será abordado neste estudo de caso.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho em questão teve como partida identificar a existência de restrições no processo produtivo, utilizando como abordagem a Teoria das Restrições e suas principais ferramentas a fim de maximizar sua utilização, tendo a seguinte pergunta problema: Como elevar esta restrição, aumentar a produtividade e o desempenho da empresa?

Tendo em vista o questionamento citado acima, e baseado nas teorias e temas abordados pela pesquisa, pode-se concluir por meio do estudo, que a aplicação da metodologia da Teoria das Restrições é de extrema importância para a obtenção de melhores resultados no que se diz em relação à produção.

Após a identificação do produto de maior demanda, e aplicando as técnicas da TOC ficou evidente qual era o recurso que restringia o fluxo produtivo, e, por conseguinte foi realizado um levantamento de dados para verificar onde poderíamos atuar para melhorar a eficiência e a produtividade do equipamento e fábrica.

Devido ao escasso tempo para implementar o projeto ao processo, levantar os dados, identificar os problemas e atuar de forma a melhorar continuamente, foi necessário simular os resultados que seriam obtidos com a implantação da metodologia. Os resultados foram apresentados ao Gestor da unidade responsável pela fábrica de ração, que afirmou que o ganho representado pela melhoria seria de grande importância para o processo.

Os resultados obtidos melhoram a eficiência do processo e a disponibilidade do equipamento em conjunto com o aumento da produtividade da fábrica

Sugere-se como oportunidades para novos estudos de melhoria no processo, atuar nos tempos de parada para o setup, ou seja, para as trocas de produtos, proporcionar um sequenciamento de produção que reduza ao máximo o número de trocas, a fim de aperfeiçoar a eficiência do processo.

Conforme definido, com base na literatura e embasamento técnico, as etapas e os métodos que compõem a Teoria das restrições (TOC); identificaram o produto de maior demanda na empresa estudada e mensurou os tempos de produção na respectiva unidade, após isso se aplicou os métodos da TOC e se propôs as medidas de melhoria na empresa, em função das constatações da Teoria das Restrições. Conclui-se que o estudo de caso apresentou fatos reais que confirmam a existência da restrição no processo, e propôs um plano de ação para garantir a melhoria continua elevando a disponibilidade e a eficiência do processo.



## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S.; **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças.** Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

AGROGEN. **Manual de Integração.** Guarapuava, 2014.

ALMEIDA, D. P.; **Racionalização industrial.** 2003 (MIMEO).

ALVES, A. P.; SILVA, T. G.; COGAN, S.; SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, XIII, 2010, SÃO PAULO. **Anais...** Utilizando os passos da teoria das restrições para a melhoria contínua da produção: Um estudo de caso aplicado a uma fábrica de jeans. São Paulo, 2010. 16p.

ALVES, A.P.; SILVA, T. G.; ALMEIDA, R. S.; COGAN, S.; Utilizando os passos da teoria das restrições para a melhoria contínua da produção: um estudo aplicado a uma fábrica de jeans. Rio de Janeiro: **Revista ADM.MADE**, v.15, n.1, jan-abr, 2011.

ANDRADE, F. F.; **O método de melhorias PDCA.** Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, Sp, 2003.

ANTUNES, J.A.V.; **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e a teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero.** Tese (doutorado em Administração de Empresas). Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

BASÍLIO, J.; ATZINGEN L. G.; FOLLMANN, N.; RODRIGUEZ, C. M. T.; **Proposta de um conjunto de etapas para implantação do método Tambor-Pulmão-Corda – TPC.** Bauru – SP, XV SIMPEP, 2008.

BERGMANN, N.; SCHEUNEMANN, R.; POLACINSKI, E.; **Ferramentas da qualidade: definição de fluxogramas para a confecção de jalecos industriais.** Horizontina, RS, 2012.

BORGES, F. H.; DALCOL, P. R. T.; **Indústrias de Processo: Comparações e Caracterizações.** Curitiba, ENEGEP, 2002.

CAMPOS, V. F.; **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Fundação Cristiano Otoni/Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992.

CEOLIN, A. C.; **Gestão da Produção Repetitiva: uma ferramenta de apoio á decisão.** Porto Alegre: UFRS, 2001.

CHIAVENATO, I. **Administração da Produção: Uma abordagem introdutória.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 2º Reimpressão, 179p.

**CICLO CAPD.** Disponível em: <http://www.ciclocapd.com.br/paginas/capd/p/p1/index.html>. Acesso em: 22/08/2014.

CORREA, H. L.; CORREA, C. A.: **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CORREIA, A. M. M.; SILVA, A. M.; OLIVEIRA, A. C. C.; VILLAR, A. M.; **O gerenciamento da produção segundo a teoria das restrições: uma aplicação em uma empresa de desenvolvimento de software.** ABCustos – Associação Brasileira de Custos, v. V, n. 3, set-dez, 2010.

COX, F. J.; SCHLEIER, J. G. **Handbook da Teoria das Restrições.** Porto Alegre: Bookman, 2013. Xxxiv, 1206p.

CSILLAG, J. M.; NETO, T. C. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil.** Rio de Janeiro: EAESP/FGV/NPP, n. 17/1998. Relatório de pesquisa (Núcleo de Pesquisas e Publicações Relatório de Pesquisa).

CSILLAG, J. M.; NETO, T. C. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil**. São Paulo: EAESP/FGV/NPP, nov. 2005.

FERREIRA, A. H.; **Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: Um estudo multicaso**. Ribeirão Preto, SP: Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, 2007.

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A Meta**. São Paulo: Educator. 1984.

ISHIKAWA, K.; **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Editora Campos, Rio de Janeiro, 1993.

KLEIN, A.A. **Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas**. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: FACTA, p. 173-193, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.; **Metodologia Científica**: 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

LARA, Marco. **Processo de produção de ração- moagem, mistura e peletização**. Buhler, 2010.

LEONEL, P. H.; **Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção dos resultados**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2008.

LINS, B. F. E.; **Ferramentas básicas da qualidade**. Brasília, 1993.

LISBOA, M. G. P.; GODOY, L. P.; Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianopolis, SC, Brasil, v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012.

MACEDO, M. M.; Gestão da produtividade nas empresas. **Revista FAE Business**, Curitiba, v.5, n. 3, p. 18-22, 2002.

MARIANI, C. A.; PIZZINATTO, N. K.; FARAH, O. E.; **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: Um estudo de caso**. Bauru, SP. XII SIMPEP, 2005.

MOELLMANN, A. H.; ALBUQUERQUE, A. S.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S.; **Aplicação da Teoria das Restrições e do Indicador de Eficiência Global do Equipamento para melhoria de Produtividade em um Linha de Fabricação**. Ponta Grossa, PR: UTFPR,

MOREIRA, D. A.; **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MOURA, M. F. P.; **Otimização dos processos produtivos: Um estudo na Cooperativa Mista Agroindustrial Vale do Guaribas**. Piauí: UFPI, 2013.

MÜLLER, C. J.; **Modelo de Gestão Integrando Planejamento Estratégico, Sistemas de Avaliação de Desempenho e Gerenciamento de Processos (Meio – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações)**. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2003.

OLIVEIRA, C. R. I.; **Um estudo sobre a medição de desempenho organizacional nas concessionárias de veículos automotores localizadas na região metropolitana do Recife**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Programa Multi institucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Recife. 2006.

OLIVEIRA, L.; Read. **A estratégia organizacional na competitividade: Um estudo teórico**. Lavras, MG. Ed 40, v. 10, n. 4, jul-ago, 2004.

**PDCA.** Disponível em: <http://www.lugli.com.br/2009/08/pdca-2/>. Acesso em: 13/08/2014.

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

PEREIRA, I. R.; **Análise de um sistema de medição de desempenho segundo o modelo de produtividade sistêmica.** Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG, 2011.

PONTES, H. L. J.; YAMADA, M. C.; CARMO, B. B. T.; PORTO, A. J. V.; **Identificação e análise do gargalo em uma linha de montagem de componentes automotivos utilizando simulação.** Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo; Engenharia de Produção-Mecânica, Universidade Federal do Ceará, 2006; III SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

QUELHAS, O.; BARCAUI, A. B.; **A teoria das restrições aplicada a gerência de projetos: Uma introdução à corrente crítica.** PMTECH – 2005.

REZENDE, E.; SILVA, M. A.; VILELA, M. S. S.; PRADO, R. A. D. P.; **Aplicação dos conceitos da teoria das restrições ao processo produtivo de uma indústria de doces: Um estudo de caso.** Uberlândia, MG. IX SEGET, 2012.

RIBEIRO, C. F.; GUARIENTI, A.; POLL, M. T.; HÉLVIO, J.; **Análise da atividade produtiva em uma empresa metalúrgica – o gargalo na fabricação de escadas.** XIII SIMPEP – Bauru, SP: UFSM, 2006.

ROBERT, R.; **Sistemas de moagem.** Elemaq, 2009.

SANTOS, A.; SCOPEL, E.; GODOIS, J.; LISBOA, M.; RAMBORGGER, M.; **Produtividade.** Caxias do Sul, RS: FTEC, 2011.

SCHMITT, C. I; HENRICHSEN, F.; OLIVEIRA, D. T.; CAMERA, L.; LORENZONI, A.; **Peletização de rações na nutrição de aves.** Unicruz, Cruz Alta, RS, 2012.

SILVA, F. P. S.; **Estudo de Caso Gerenciamento de Gargalos de Produção**. Capivari, SP: FACECAP, 2010.

TORTATO, A.; **Importância do controle de qualidade do processamento dos ingredientes para ração de frango**. Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2011.

TRIVELLATO, A. A.; **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: Estudo de caso numa empresa de autopeças**. Universidade de São Paulo. Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2010.

VERGARA, S. C.; **Gestão da Qualidade**. Editora FGV. 3ª Edição. Rio de Janeiro. 2006.

VERMA, R. **Management Science, Theory of Constraints/Optimized Production Technology and Local Optimization**. Omega, v. 25, n. 2, pp. 189-200, 1997.

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C.; The evolution of a management philosophy: The theory of Constraints. **Journal off Operations Management**, vol. 25, p. 387–402, 2007.

WERKEMA, M. C.C.; **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda., 2006. 302 p.

