

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOSIAS CRISTIANO FOGAÇA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DAS
RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO
ARROZ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2011

JOSIAS CRISTIANO FOGAÇA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DAS
RESTRICÇÕES NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO
ARROZ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc. Neron Alípio Cortes Berghauser.

MEDIANEIRA

2011

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE
BENEFICIAMENTO DO ARROZ

Por

JOSIAS CRISTIANO FOGAÇA

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 16:00 horas do dia 05 de dezembro de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Neron Alipio Cortes Berghauer
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Orientador)

Prof. Msc. Cidmar Ortiz dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Banca)

Prof. Dr. Nádia Cristiane Steinmacher
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Banca)

Prof. Dr. Vania Lionço
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(Coordenadora de Curso)

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

A meu pai Valdemar da Rocha Fogaça, a minha mãe Dirma Dorigon Fogaça e a minha irmã Joselí Dorigon Fogaça.

AGRADECIMENTOS

Certamente este espaço não será suficiente para agradecer a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase da minha vida. Portanto, peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradecimento muito especial à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria praticamente impossível vencer esse desafio.

Agradeço ao meu orientador o Professor Msc. Neron Alipio Cortes Berghauser pela orientação desta pesquisa e pelos momentos de aprendizado.

Agradeço a oportunidade que a empresa do estudo me proporcionou para frequentar suas instalações e juntamente agradeço a todos os funcionários que deram toda a contribuição necessária.

Agradeço aos professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Agradeço a todos os professores que nesse período passaram momentos importantes de suas vidas repassando todo conhecimento necessário para minha formação.

E por último, e nem por isso menos importante, agradeço a todos meus colegas pelos momentos de aprendizado, diversão, companheirismo, colaboração, que passamos ao longo desses cinco anos.

Você pode encarar um erro como uma besteira a ser esquecida, ou como um resultado que aponta uma nova direção.

Steve Jobs

FOGAÇA, Josias Cristiano. **PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO ARROZ.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RESUMO

Nos últimos anos as empresas têm enfrentado forte pressão por parte da concorrência, buscando assim novas alternativas de gerenciamento. Deste modo esta pesquisa apresenta uma proposta de aplicação do processo de aprimoramento contínuo apresentado pela Teoria das Restrições. Este método de gerenciamento das restrições é composto por um conjunto de princípios e conceitos idealizados pelo físico Eliyahu Goldratt e divide-se em três ramos: logística, gerenciamento de restrições e processo de pensamento. No gerenciamento das restrições existem dois tipos de restrições, as físicas e as não físicas ambas encontradas em uma organização. O processo de aprimoramento contínuo que está inserido no gerenciamento das restrições é composto por cinco etapas, identificação da restrição, exploração da restrição, subordinar tudo o mais à restrição, elevar a restrição e a última etapa que sugere voltar a etapa um se a restrição for quebrada, essas etapas foram utilizadas neste trabalho para demonstrar a aplicação da Teoria das Restrições na empresa de beneficiamento de arroz para aumentar o seu ganho. Foram identificadas as operações de brunição e polimento como restrições do sistema, sendo exploradas através de um plano de ação composto por melhorias nos equipamentos e prioridade nas manutenções. Subordinou-se todo o sistema em relação a restrição usando a programação Tambor-Pulmão-Corda. Realizou a elevação do gargalo através da troca dos equipamentos atuais por equipamentos com maior capacidade e assim a restrição foi quebrada surgindo assim a nova restrição sendo ela a operação de classificação. Com a aplicação do processo de aprimoramento contínuo a empresa teoricamente aumentou sua produção de 4000 kg/h para 5400 kg/h, aplicando o investimento no local onde o ganho seria maior.

Palavras-chave: Aprimoramento contínuo. Gargalo. Tambor-Pulmão-Corda. Teoria das Restrições.

FOGAÇA, Josias Cristiano. **PROPOSED APPLICATION OF THE THEORY OF CONSTRAINTS IN THE PROCESS BENEFITING OF RICE.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ABSTRACT

In recent years companies have faced strong pressure from competition, thus seeking new alternatives for management. Thus this study presents a proposal to apply the process of continuous improvement displayed by the Theory of Constraints. This method of management of the restrictions consists of a set of principles and concepts devised by physicist Eliyahu Goldratt and are divided into three areas: logistics, management constraints and thinking process. In the management of the restrictions there are two types of constraints, the physical and nonphysical both found in an organization. The process of continuous improvement that is inserted into the management of the restrictions consists of five steps, identification of the restriction, restriction of exploitation, subordinating everything else to the constraint, elevate the constraint and the last step that suggests a step back if the constraint is broken , these steps were used in this work to demonstrate the application of the Theory of Constraints in rice processing company to increase its gain. Identification of the lapping and polishing operations and system constraints, being exploited through an action plan consisting of priority improvements in equipment and in maintenance. Subordinated to the whole system against the constraint programming using Drum-Buffer-Rope. Conducted lifting the neck through the exchange of current equipment for equipment with greater capacity and so the constraint has been broken giving rise to the new constraint is she the sort operation. With the application of the process of continuous improvement in theory the company increased its production of 4000 kg/h to 5400 kg/h by applying the investment at the site where the gain would be greater.

Keywords: Continuous improvement. Bottleneck. Drum-Buffer-Rope. Theory of Constraints.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição percentual da produção de grãos no Brasil.	16
Figura 2 – Produção de Arroz no Brasil.	17
Figura 3 – Representação esquemática dos componentes da TOC.	21
Figura 4 – Ilustração do método Tambor-Pulmão-Corda.	30
Figura 5 – Etapas do processo de beneficiamento do arroz branco polido.	34
Figura 6 – Capacidade produtiva de cada equipamento.	39
Figura 7 – Proposta para aplicação do TPC, com os pulmões no processo.	41
Figura 8 – Processo produtivo com a nova restrição.	43
Figura 9 – Quadro comparativo entre situação atual e proposta.	44

LISTA DE SIGLAS

ABC	<i>Activity Based Costing</i> ou Custeio Baseado em Atividade
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DO	Despesa Operacional
ECE	Efeito-Causa-Efeito
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
G	Ganho
I	Inventário
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OPT	<i>Optimized Production Technology</i> ou Tecnologia da Produção Otimizada
PAC	Processo de Aprimoramento Contínuo
TOC	<i>Theory of Constraints</i> ou Teoria das Restrições
TPC	Tambor-Pulmão-Corda
kg/h	Quilogramas por hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 DELIMITAÇÕES.....	15
2 O ARROZ	16
3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES	19
3.1 HISTÓRICO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	19
3.2 CONCEITOS BÁSICOS	20
3.3 TIPO DE RESTRIÇÕES.....	22
3.4 AS 5 ETAPAS DO PROCESSO DE APRIMORAMENTO CONTÍNUO	22
3.5 INDICADORES DE DESEMPENHO DA TOC.....	24
3.6 MUNDO DO CUSTO X MUNDO DO GANHO.....	26
3.7 PRINCÍPIOS DA OTIMIZAÇÃO	27
3.8 A PROGRAMAÇÃO TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC)	29
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	31
4.2 ÁREA DE ESTUDO.....	32
4.3 COLETA DE DADOS	32
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	33
5 PROCESSO PRODUTIVO DO ARROZ BRANCO	34
5.1 ARMAZENAGEM	34
5.2 DESCASCADOR.....	35
5.3 SEPARAÇÃO DA CASCA.....	35
5.4 SEPARAÇÃO DO MARINHEIRO	35
5.5 BRUNIÇÃO	36
5.6 POLIMENTO	36
5.7 CLASSIFICAÇÃO.....	36
5.8 SELEÇÃO ELETRÔNICA DE GRÃOS.....	37
5.9 LIMPEZA FINAL.....	37
5.10 EMPACOTAMENTO E ENFARDAMENTO	37

6 APLICAÇÃO DO PROCESSO DE APRIMORAMENTO CONTÍNUO	38
6.1 IDENTIFICAR AS RESTRICÇÕES DO SISTEMA.....	38
6.2 EXPLORAR A RESTRIÇÃO DO SISTEMA.....	39
6.3 SUBORDINAR TUDO O MAIS À RESTRIÇÃO DO SISTEMA.....	40
6.4 ELEVAR A RESTRIÇÃO DO SISTEMA.....	42
6.5 A RESTRIÇÃO FOI QUEBRADA?	43
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Diferentemente do que acontecia há algumas décadas, as empresas têm enfrentado uma forte pressão por parte da concorrência, colocando em risco a sua sobrevivência no mercado; com isso cada vez mais estão surgindo alternativas para melhor atender o consumidor. A competitividade tornou-se um assunto de extrema atenção por grande parte das organizações modernas. A preocupação dos gerentes está se tornando cada vez mais difícil e abrangente, pois não podem apenas garantir o crescimento e lucro no presente, mas devem apresentar uma gestão que busque continuidade voltada para o longo prazo.

De grande importância, a competitividade se torna indispensável no processo de crescimento da organização, seja ela de pequeno, médio ou grande porte. Por meio dela os gestores devem tomar decisões importantes de como enfrentar essa ameaça ou como explorar novos horizontes.

Neste novo cenário o cliente está se tornando cada vez mais exigente em relação à qualidade e customização do produto, rapidez na entrega e credibilidade com os compromissos; fatores esses considerados indispensáveis para o desenvolvimento de uma organização mais flexível e ágil. Essas exigências junto com a crescente evolução das tecnologias, a abertura dos mercados e a constante busca por produtos de menor custo possível, causaram mudanças nas atividades no chamado “chão de fábrica” e modificaram a maneira com que as operações eram gerenciadas nas indústrias.

O gerenciamento das operações começa a ser interpretado como fator primordial para o sucesso da estratégia empresarial; assim as empresas reconhecem que conseguirão alcançar a tão buscada vantagem competitiva por meio do planejamento otimizado de suas operações. Com isso, em um ambiente de manufatura é obrigatório o emprego de um sistema que planeje e programe com exatidão a utilização mais correta dos recursos produtivos, buscando balancear o máximo possível a capacidade de produção disponível em relação a demanda, ajudando desse modo na redução das perdas do sistema.

Surge neste contexto, o gerenciamento das restrições, uma abordagem moderna que planeja e controla a elaboração de produtos e a prestação de serviços

estabelecendo uma importância especial para o recurso limitante - a restrição - que determina a saída do sistema produtivo e controla o ganho da empresa.

O método do gerenciamento de restrições é composto por um conjunto de princípios e conceitos idealizados pelo físico israelense Eliyahu Goldratt, nos anos 1980, conhecido como Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*), um método novo de administração da produção. O sucesso de sua teoria em algumas empresas fez com que outras se interessassem em aprender a técnica. Assim Goldratt decidiu repassar o seu conhecimento e escreveu um livro contando sobre sua teoria, chamado de “A Meta (*The Goal*)” (GOLDRATT; COX, 1993). Nele o autor conta as dificuldades encontradas por um gerente para administrar uma fábrica e então mostra como sua teoria pode ajudar no gerenciamento da produção e como recuperar a competitividade da empresa.

Por se tratar de uma teoria contemporânea de considerável impacto na melhoria de processos produtivos industriais, escolheu-se a área de beneficiamento de alimentos como foco do estudo, esperando resultar em otimização de indicadores que levem ao desenvolvimento do setor.

Este trabalho incide em uma proposta de estudo sobre a Teoria das Restrições aplicada ao processo de beneficiamento do arroz de uma organização situada na região Oeste do Estado do Paraná.

1.1 OBJETIVO GERAL

Entende-se que o objetivo geral deste trabalho consiste em: Estudar a aplicação do processo de aprimoramento contínuo da Teoria das Restrições em um sistema industrial de beneficiamento de arroz, visando aumentar o ganho da organização.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- a) Revisar a Teoria das Restrições e conceitos teóricos correlatos;
- b) Descrever e mapear o processo industrial de beneficiamento de arroz;
- c) Identificar os principais gargalos do processo;
- d) Indicar soluções e sugestões para os gargalos levantados para aumentar o fluxo de produção;
- e) Identificar áreas em que o investimento de capital irá realmente aumentar o ganho da organização.

1.3 JUSTIFICATIVA

Desenvolvendo-se com a intenção de apoiar a gestão de grandes organizações industriais, a Teoria das Restrições representa uma mudança conceitual de grande valor nos fundamentos da Administração da Produção e Financeira.

A literatura traz vários casos de aplicação da TOC em diferentes setores de gerenciamento de operações, como em tomada de decisão, *Supply Chain* (Cadeia de Suprimentos), processos de melhoria e uma variedade de ambientes de manufatura. Demonstrando assim que a aplicabilidade dessa ferramenta como uma metodologia de resolução de problemas traz grandes benefícios aos sistemas produtivos (FERREIRA, 2007).

A tendência de aumento na utilização de ferramentas baseadas na lógica da TOC justifica-se pela focalização na sincronização da produção, reduzindo as perdas no sistema produtivo. Na TOC a produção se baseia na movimentação rápida dos materiais pela indústria, em atender o mercado no prazo e a redução dos estoques (TORRES, 1999).

Portanto, a justificativa deste estudo baseia-se no propósito de colaborar para a geração de conhecimento sobre o processo de melhoria contínua apresentado na Teoria das Restrições, usando métodos estruturados e

sistematizados, para realmente focar na melhoria da restrição que impede a empresa de obter um ganho maior.

1.4 DELIMITAÇÕES

Este estudo caracteriza-se pela aplicação das ferramentas e dos princípios da Teoria das Restrições em uma empresa beneficiadora de arroz, especificamente produzindo o arroz branco polido. Foi realizado no período de dois semestres letivos englobando as disciplinas de Trabalho de Conclusão de Curso 1 e 2 no ano de 2011.

O trabalho tem como foco a aplicação das ferramentas da Teoria das Restrições para identificação e resolução dos problemas do processo produtivo.

O estudo não objetiva a avaliação do fornecimento de matérias-primas, insumos e nem a quantidade vendida de produtos acabados, partindo do pressuposto que todas as necessidades serão atendidas, se limitando a analisar as capacidades de produção das unidades/equipamentos, considerando apenas as restrições físicas impostas ao processo industrial.

2 O ARROZ

O arroz é um alimento básico para a metade da população do mundo. No Brasil, desempenha, juntamente com o feijão, um importante papel como componente da dieta básica, sendo parte essencial da chamada “cesta básica”. Mas também é consumido de forma ampla, nos estratos sociais de maior renda e em todas as faixas etárias, fazendo parte da nossa cultura e tradição.

O arroz, uma das mais importantes culturas anuais produzidas no Brasil, representou no ano de 2010 cerca de 8% do total de grãos colhidos (IBGE, 2011). Difundido largamente no país, o arroz é cultivado praticamente em todos os Estados, a Figura 1 mostra a porcentagem de arroz produzido no Brasil em relação aos outros grãos.

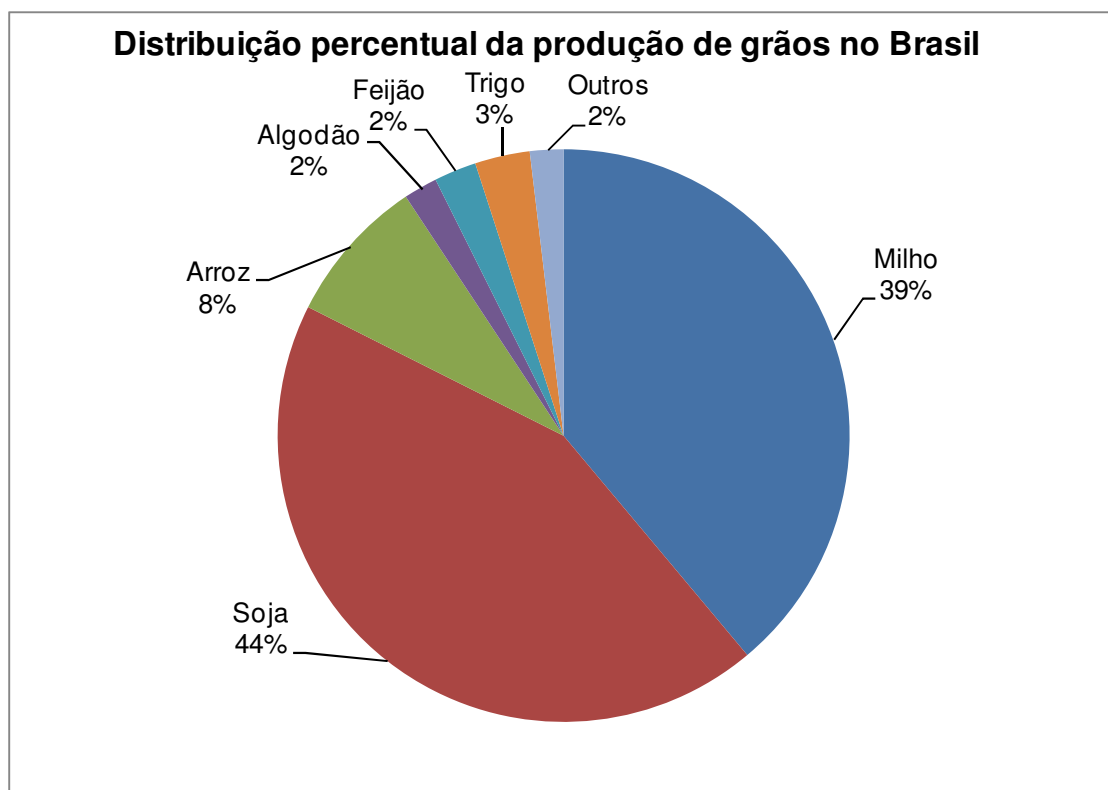


Figura 1 – Distribuição percentual da produção de grãos no Brasil.
Fonte: IBGE, 2011.

No caso da rizicultura brasileira existem dois tipos principais de sistemas básicos de cultivo, o arroz de “terras altas” e o irrigado, distribuído em três polos produtivos. O primeiro é na região Sul que produz arroz irrigado com alta tecnologia, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O segundo abrange a região Sudeste e o terceiro envolve Goiás e Mato Grosso (EMBRAPA, 2011).

A produção de arroz no Brasil se mantém constante ao longo dos anos, a Figura 2 demonstra essa situação, na qual existe uma estimativa de crescimento para a safra de 2010/11.



Figura 2 – Produção de Arroz no Brasil.
Fonte: CONAB, 2011.

Com uma produção historicamente inferior ao consumo brasileiro de arroz, por algum tempo se fez necessária à importação do cereal para abastecer o mercado doméstico. Mas com o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e técnicas de manejo inovadoras, o Brasil vem aumentando gradativamente sua produtividade e produção (MIRITZ, 2008).

Além disso, o consumo de arroz no Brasil não vem acompanhando o crescimento populacional, tendo por consequência uma gradual redução do consumo *per capita* do cereal. Isso se deve a influência direta de fatores culturais e socioeconômicos que decorrem de uma série de modificações sofridas pela sociedade moderna (BARATA, 2005).

Com a realidade apresentada nos últimos parágrafos, um provável excedente de produto será produzido, gerando uma queda dos preços e uma acirrada competição entre as indústrias beneficiadoras.

Diante disso, as empresas precisam desenvolver novas estratégias competitivas de modo a ajustar-se ao novo ambiente, buscando novas formas de gerenciamento para diminuir os custos atrelados a produção, sendo mais eficientes e otimizadas. Também se deve levar em consideração o fato de estar trabalhando com um produto agrícola onde a indústria sofre vários impactos devido a sazonalidade e a natureza biológica de seu principal insumo.

3 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Neste momento apresenta-se uma revisão sobre os principais conceitos da Teoria das Restrições, a partir de sua origem, de forma a permitir uma compreensão de sua utilização e de seu potencial para a área empresarial.

3.1 HISTÓRICO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições é um sistema de administração da produção criado na década de 1980 pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt. Tudo começou com a solicitação para ajudar um amigo a resolver um problema específico de produção em uma fábrica de gaiolas para aves, quando direcionou seus estudos na busca de uma interpretação pragmática das dificuldades da empresa moderna, resultando na elaboração de uma série de conceitos (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Esses conceitos, anos mais tarde, foram melhorados e deu origem ao software denominado *Optimized Production Technology* (OPT) ou Tecnologia da Produção Otimizada, que era responsável pela programação da produção com ênfase na administração de gargalos e na sincronização da manufatura. Assim o software passou a aplicar os conceitos da TOC mesmo sem que estes tinham sido difundidos pelo mundo como tal.

Na década de 1980 Goldratt ampliou os conceitos da programação da produção e criou assim a Teoria das Restrições, nesse período em 1984 publica o livro “A Meta” (*The Goal*), um romance ficcional relatando a problemática da sobrevivência de uma empresa industrial, e como foi solucionada a partir da aplicação dos conceitos básicos da TOC. Esta obra obteve um grande sucesso pelo mundo, chegando a despertar o interesse de organizações que diziam como muito particular as adversidades encontradas por Alex Rogo, o gerente da indústria no romance. Goldratt conta que cartas de fãs começaram a chegar, assim que o livro foi publicado, contando como a história se parecia com a realidade enfrentada, também mostravam resultados reais e muitos convites de visitas foram feitos (GOLDRATT, 2007).

Com o sucesso de “A Meta” Goldratt publicou outros livros sobre a Teoria das Restrições com o passar do tempo, sendo eles: “Não é Sorte” (GOLDRATT, 2004), “Corrente Crítica” (GOLDRATT, 1998), “A Corrida pela Vantagem Competitiva” (GOLDRATT; FOX, 1992), “A Síndrome do Palheiro” (GOLDRATT, 1996).

Em “Não é Sorte” com os mesmos personagens de “A Meta” sendo agora voltado para resolver problemas mais estratégicos mostrando os princípios da TOC para estratégias de marketing. “Corrente Crítica”, seguindo a mesma forma de romance mudando os personagens, mostra a aplicação dos princípios da TOC para o gerenciamento de projetos. “A corrida pela Vantagem competitiva” descreve de forma simples os princípios básicos do Tambor-Pulmão-Corda (*Drum-Buffer-Rope*) e a metodologia da TOC para logística de produção. “A Síndrome do Palheiro” trata de um sistema de contabilidade gerencial mostrando os erros da contabilidade dos custos solucionados pela TOC, também retrata um sistema de informação para auxiliar na administração da produção voltada para o Tambor-Pulmão-Corda.

3.2 CONCEITOS BÁSICOS

A Teoria das Restrições pode ser vista como três áreas principais diferentes, mas inter-relacionadas, um esquema geral é representado na Figura 3. O ramo logístico, que compreende metodologias de programação e controle de produção e estoques, como o sistema Tambor-Pulmão-Corda (TPC), como forma de gerenciamento fino da produção, contribuindo para ampliar os ganhos da organização. Propõe a utilização da análise de estrutura lógica V-A-T para identificação dos processos produtivos, através da identificação do formato do processo, que em forma de V é caracterizado por utilizar poucos materiais para originar vários produtos, o formato em A é caracterizado por ter numerosas combinações de atividades que são necessárias para fornecer um conjunto relativamente pequeno de itens finais para atender aos pedidos e a forma de T consiste na possibilidade de gerar diversas combinações de produtos finais a partir de um número limitado de etapas similares, assim contribuindo para a tomada de decisões sobre como planejar e controlar a produção (COX III; SPENCER, 2002).

O segundo ramo da TOC aborda o gerenciamento das restrições, congrega o Processo de Aprimoramento Contínuo – PAC que constitui num processo lógico e sistemático de ações voltadas para a identificação e remoção das restrições existentes na empresa. Também propõe um conjunto de indicadores de *performance* que permite acompanhar o desenvolvimento e qualidade das ações desenvolvidas na busca da eliminação das restrições, e um processo de decisão sobre o mix de produção, servindo de apoio na decisão sobre qual ou quais produtos serão necessários manter a atenção para garantir o aumento do ganho e o alcance das metas (FERREIRA, 2007).

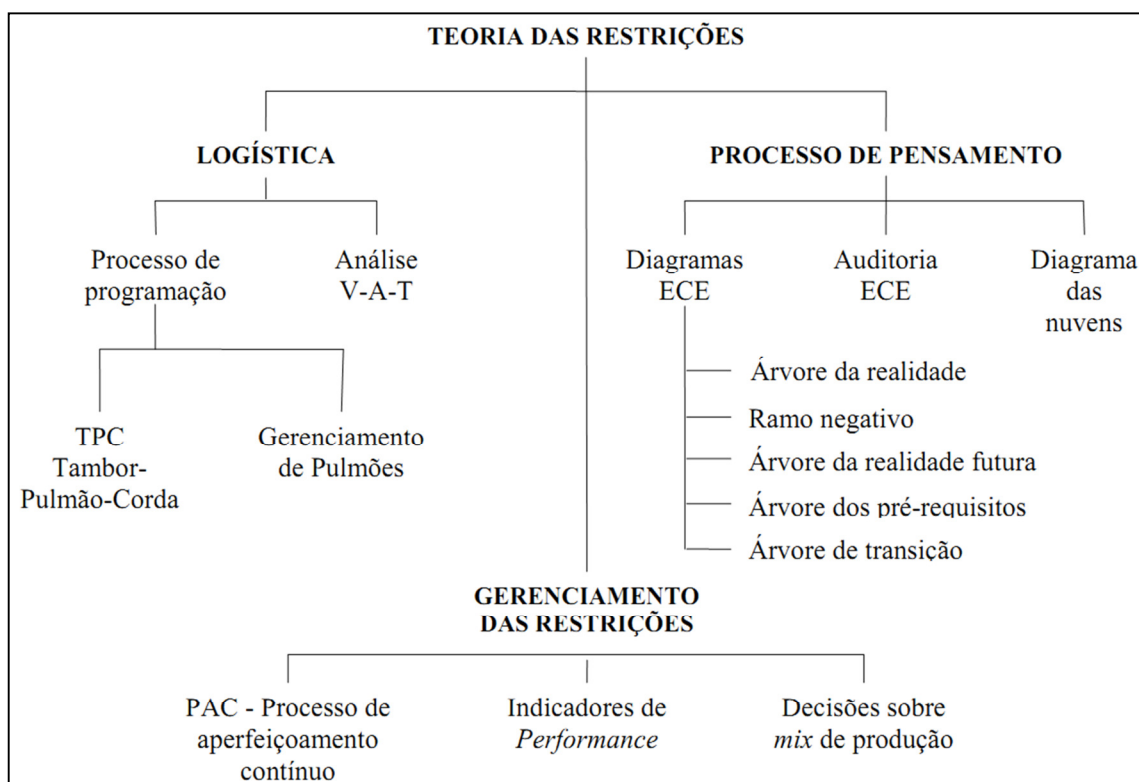


Figura 3 – Representação esquemática dos componentes da TOC.
Fonte: Adaptado de Cox III e Spencer (2002) apud Ferreira (2007).

O terceiro ramo engloba o Processo de Pensamento da TOC, que acrescenta o uso de diagramas Efeito-Causa-Efeito – ECE, o processo de auditoria ECE e a metodologia de dispersão de nuvens. Basicamente, é um processo de análise e solução de problemas, que opera como auxiliar na identificação e remoção das restrições. (COX III; SPENCER, 2002).

3.3 TIPO DE RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições tem como princípio essencial que toda a organização, especialmente com fins lucrativos, possua pelo menos uma restrição. Se a empresa não possuir qualquer restrição, sua produção e em consequência os seus lucros seriam infinitos e assim gerando um grande monopólio irreal.

Goldratt (1998) define restrição ou gargalo como um recurso cuja capacidade não é suficiente para produzir as quantidades que o mercado demanda, assim impedindo que a empresa ganhe mais dinheiro.

Podem existir dois tipos de restrições segundo a TOC; a primeira considerada como restrição física, compreende o mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedidos, projetos, pessoas e é denominada restrição de recurso. O segundo tipo de restrição é denominado não física e é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado, nomeada de restrição política (GUERREIRO, 1999).

Dependendo do tipo da restrição, a TOC segue abordagens diferenciadas. Com o objetivo de otimizar o desempenho das restrições físicas a TOC elaborou um método para identificar e otimizar a restrição, chamado de Processo de Aprimoramento Contínuo ou Processo de Focalização. Para a melhoria do sistema no qual as restrições presentes são as não físicas, a TOC sugere um método conhecido como Processo de Raciocínio (SANTOS, 2008).

Portanto os gargalos não são bons ou ruins, simplesmente eles irão existir em qualquer sistema, e cabe aos gestores ignorá-los e eles se tornam ruins, prejudicando a meta da empresa, ou reconhecê-los e eles se tornarem bons, contribuindo assim no ganho (FERREIRA, 2007).

3.4 AS 5 ETAPAS DO PROCESSO DE APRIMORAMENTO CONTÍNUO

A Teoria das Restrições compreende um processo decisório composto de cinco etapas que devem ser seguidas para alcançar a meta da empresa. As etapas recebem o nome de Processo de Focalização ou Aprimoramento Contínuo e

permitem que os gerentes planejem o processo global de produção e que direcionem a atenção maior nos recursos que garantem o maior ganho (GUERREIRO, 1999).

A primeira etapa do processo consiste em **identificar a restrição do sistema**: qualquer que seja o sistema, biológico ou produtivo, deve existir algo que limite seu crescimento, caso contrário o sistema iria consumir tudo que se encontra em seu caminho. O recurso que restringe o desempenho do sistema pode ser identificado com a análise do processo, bastando procurar onde estão localizados os estoques de material em processo. Estes estarão localizados em espera para ser processados pela restrição. Outra maneira de identificar a restrição é mensurar a capacidade de cada equipamento ou centro de trabalho, encontrando-se a restrição quando a capacidade de produção for menor que a carga de trabalho necessária nele. Também se pode levar em consideração para encontrar a restrição questionamentos aos funcionários e onde estão sendo necessárias as horas extras (COX III; SPENCER, 2002).

A segunda etapa incide em **decidir como explorar a restrição do sistema**: após identificar o recurso que limita o desempenho do sistema (restrição), deve-se garantir que este seja utilizado em sua capacidade máxima. Deverá unir forças para aproveitar a capacidade existente na restrição que normalmente é desperdiçada por se produzir de forma equivocada, por utilizar regras e procedimentos inadequados. Nessa situação é importante saber que uma hora perdida em uma restrição é uma hora perdida em todo o sistema. Portanto deve-se assegurar que a restrição ocupe-se com os produtos certos para que o ganho seja maximizado. Algumas regras simples podem ser utilizadas para explorar a capacidade da restrição como regular as paradas para o almoço, intervalos, limpezas depois do trabalho, modificações nos turnos e ajustes mais eficientes podem acrescentar tempo de processamento para a restrição (GOLDRATT; COX, 1993).

A terceira etapa do processo de aprimoramento contínuo compreende em **subordinar tudo o mais à restrição do sistema**: nessa fase todos os recursos não restritivos devem juntar esforços para manter o fluxo de produção da restrição, em hipótese alguma deve faltar material a ser processado na restrição. A finalidade é encontrar o nível de trabalho de cada atividade respeitando a capacidade da restrição. Como Goldratt e Cox (1993) ilustram em “A Meta” uma hora ganha em um recurso não restritivo é uma miragem, não acrescentando nada para a meta da

empresa. Dessa forma os recursos não restritivos que estão localizados antes da restrição só podem produzir a quantidade que a restrição pode absorver, sendo assim, alguns recursos ficarão ociosos por permanecer subordinados à restrição. Caso os recursos não restritivos venham produzir uma capacidade superior a suportada pela restrição, ocorrerá acúmulo de material esperando processamento na restrição.

A quarta etapa consiste em **elevar a restrição do sistema**: elevar nessa situação significa adquirir mais capacidade para a restrição, podendo ser através de terceirização do processo, compra de outro equipamento, utilizar turno extra na restrição, etc. Nessa etapa não conta eliminar apenas os desperdícios (etapa 2), aqui devemos acrescentar de fato mais capacidade na restrição. Alternativas viáveis devem ser buscadas para investir na restrição, sendo necessário que esse investimento esteja dentro do plano da empresa. Com a elevação da capacidade da restrição, eleva-se a capacidade do sistema no geral, até o momento em que surgirá uma nova restrição, o limitador do ganho (GOLDRATT, 2007).

A quinta e última etapa define que, **se na etapa 4 a restrição foi quebrada, volte para a etapa 1**: nessa etapa deve-se evitar que a inércia interrompa o processo de aprimoramento contínuo. Como esperado na etapa anterior a restrição foi quebrada e em consequência outra restrição deve aparecer, porque se a restrição continuamente for elevada em algum momento a restrição será transferida para outro recurso. Assim como uma nova restrição apareceu o processo não pode parar então será necessário voltar a etapa 1 e continuar com o melhoramento contínuo (COX III; SPENCER, 2002).

3.5 INDICADORES DE DESEMPENHO DA TOC

Uma empresa com fins lucrativos tem como meta, definida por seus proprietários, ganhar dinheiro hoje e no futuro. Portanto ao construir esta teoria o gerenciamento das restrições não poderia comprometer-se apenas com os aspectos físicos, mas abranger também determinadas decisões de caráter financeiro, relacionadas principalmente sobre a influência da contabilidade de custos tradicional e como medir o resultado financeiro (GOLDRATT, 1996).

Existem duas Medidas de Desempenho Global, uma absoluta – Lucro Líquido e uma relativa – Retorno sobre o investimento, além também da medida de sobrevivência – Fluxo de Caixa. Essas medidas de acordo com a Teoria das Restrições são insuficientes, pois as medidas que se procuram para realizar a análise são aquelas com as quais se podem dimensionar o impacto de uma decisão local no desempenho global (TORRES, 1999).

Com a proposta de simplificar o uso da contabilidade para as aplicações gerenciais, a TOC usa três conceitos, que são considerados a base da Contabilidade de Ganhos: Ganho, Despesa Operacional e Inventário. Goldratt (1996) define:

Ganho (G): é o índice pelo qual o sistema gera dinheiro, através das vendas. É o preço líquido da venda (sem impostos e comissões) menos o custo das matérias-primas e despesas totais variáveis em uma unidade de tempo. Lembrando que o material produzido e não vendido não gera Ganho para a Empresa.

Inventário (I): é todo dinheiro que o sistema investe na compra de itens que pretende vender. Isto inclui a compra da matéria-prima, máquinas e instalações. Segundo este raciocínio, o produto acabado é contabilizado no estoque apenas pelo valor de compra das matérias-primas utilizadas. O conceito de valor agregado ao produto durante a produção é uma distorção da realidade, pois durante o processo só se agrega custos. O único momento em que se agrega valor à Empresa é o da venda.

Despesa Operacional (DO): todo o dinheiro que o sistema gasta transformando o Inventário em Ganho. Estão incorporados os gastos com a mão-de-obra direta, os salários de toda a mão-de-obra indireta e administrativa, e todos os demais gastos incorridos independente de se realizarem vendas, tais como: pesquisa, desenvolvimento, refugos, depreciação de máquinas, despesas bancárias (juros), etc.

Estes três conceitos devem ser então, atrelados à principal medida de resultado financeiro de uma empresa: o retorno sobre investimento, que pode ser definido como lucro líquido sobre o inventário, como mostrado a seguir.

$$\text{Lucro Líquido} = \text{Ganho} - \text{Despesa Operacional}$$

$$\text{Retorno sobre investimento} = (\text{Ganho} - \text{Despesa Operacional}) / \text{Inventário}$$

Logo, o resultado da empresa pode ser melhorado através de medidas locais que diminuem a despesa operacional ou o inventário e aumentem o ganho, sendo

que qualquer combinação que implique efeito diferente em um destes itens deve-se ter uma atenção especial de forma que o resultado final seja sempre o aumento do ganho e em consequência o aumento do retorno sobre o investimento (FLORES, 2005).

3.6 MUNDO DO CUSTO X MUNDO DO GANHO

Goldratt e Cox durante a publicação de A Meta (1993) já preparavam o lançamento de uma discussão sobre a contabilidade de custos, forma tradicional de contabilidade na qual se atribui custos aos produtos, processos, ativos e etc, essa discussão foi mais aprofundada nos seus livros posteriores, “A Corrida” e “A Síndrome do Palheiro”. A problemática apresentada se referia ao fato da contabilidade de custo nem sempre suportar as decisões apresentadas pela metodologia Tambor-Pulmão-Corda, da Teoria das Restrições, pois caso fosse tomadas com base nesta contabilidade não estariam levando a ações que proporcionariam melhorias para a produção e para a empresa aumentar o ganho.

Com o desenvolvimento da TOC pelo mundo nem todos os estudiosos concordaram com seus conceitos, gerando certa controvérsia entre eles, acontecimento normal para uma teoria que tenta modificar conceitos preestabelecidos ou paradigmas tradicionais disseminados. Assim, surgiu o que se chama o mundo dos custos – a visão convencional do processo de tomada de decisão na contabilidade (custeio por absorção e custeio ABC) e o mundo dos ganhos (apresentado pela TOC) (CORRÊA, 2003).

Tradicionalmente, as empresas são gerenciadas por meio da melhoria individualizada dos sistemas, ou seja, a melhoria dos sistemas de forma independente da melhoria global, buscando constantemente a redução contínua dos custos. Sendo assim, quando uma emergência ocorre, como a retração de mercado, a primeira providência a ser tomada é uma redução de custos, a causa disso é resultado de que existe um controle sobre os custos e despesas além da maneira como são medidos.

No sistema gerencial tradicional observa-se que o foco direciona-se na redução do custo de um produto e na maximização da eficiência dos fatores de

produção, buscando sempre os ótimos locais, pois isto é lucrativo para a empresa. Mas muito cuidado deve ser tomado, pois muitas vezes todos os recursos são levados a trabalhar com sua eficiência total, visando à redução do custo do produto, sendo que isto pode não estar acontecendo na realidade (SIQUEIRA, 2007).

O mundo dos ganhos utiliza o conceito que a soma dos ótimos locais não necessariamente representa o ótimo global. A restrição é um elemento que impede o sistema de obter um desempenho melhor comparado ao máximo que ele pode alcançar. A TOC reconhece o importante papel que o recurso restritivo exerce na determinação da saída do sistema (SANTOS, 2008).

O gerenciamento das restrições tem seu maior impacto na medida em que permite aos gerentes desenvolver uma visão da organização como um sistema, diferente do gerenciamento tradicional que consiste em otimizar o desempenho de cada departamento de forma isolada (COX, SPENCER, 2002).

A diferença conceitual entre pensar no custo e pensar no ganho nem sempre é bem compreendida, porque pensar no custo leva muitas vezes o gestor a pensar localmente – uma máquina isolada, um item isolado. Pensar no ganho obriga ao gestor pensar na empresa como um todo, pensar globalmente.

No mundo dos ganhos a maior preocupação dos gerentes está relacionada com aumentar o ganho, dessa forma as atenções devem estar voltadas aos pontos onde qualquer mudança resultará em aumento do ganho e não apenas aumento da eficiência de um setor ou equipamento. Portanto para aumentar o ganho da empresa devemos diminuir suas despesas operacionais e seus inventários.

3.7 PRINCÍPIOS DA OTIMIZAÇÃO

A Teoria das Restrições no sentido da otimização da produção institui que a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total, assim deve-se ter uma compreensão clara do inter-relacionamento entre dois tipos de recursos que estão presentes em toda a empresa, sendo eles, os recursos restritivos e os recursos não restritivos. Goldratt e Cox (1993), Guerreiro (1999), Corrêa (2003) e Ferreira (2007) comentam sobre os nove princípios da otimização segundo a TOC:

Balancear o fluxo e não a capacidade: a TOC defende o balanceamento do fluxo de produção sendo contra o aumento da capacidade dos fatores produtivos, isto é possível através da identificação dos gargalos do sistema.

O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado por seu próprio potencial e sim pela restrição do sistema: a utilização do recurso não-gargalo deve ser determinada pela restrição do sistema e não através da sua capacidade.

A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos: a utilização corresponde ao uso de um recurso não-gargalo de acordo com a capacidade do recurso gargalo. A ativação corresponde ao uso de um recurso não-gargalo em volume superior à requerida pelo recurso gargalo, o que apresenta aumento de custos e estoques, distanciando a organização da meta.

Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro: levando em consideração que são os gargalos que definem o ritmo de produção, qualquer tempo perdido nos gargalos afetará no tempo produtivo total do sistema.

Uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão: como todo o sistema trabalha em função do gargalo, qualquer esforço para redução de tempo no recurso não-gargalo somente aumentará o tempo ocioso, não contribuindo para o desempenho total do sistema.

Os gargalos governam o ganho e o inventário: como são os gargalos que determinam o ritmo de produção, eles também vão determinar os ganhos e o inventário do sistema.

O lote de transferência não pode e muitas vezes não deve ser igual ao lote de processamento: o lote de processamento diz respeito ao tamanho do lote que vai ser processado completamente em determinado estágio da produção antes que seja repreparado para o processamento de outro item. No modelo TOC, os lotes de processamento e de transferência não precisam ser iguais, isso permite que os lotes sejam divididos e o tempo de passagem dos produtos pela unidade de produção seja reduzido.

O lote de processo deve ser variável e não fixo: A maioria dos sistemas tradicionais assume que o tamanho do lote deve ser o mesmo para todas as operações de fabricação do produto. No modelo em estudo, os lotes de processamento podem variar de uma operação para outra.

Os programas devem ser estabelecidos considerando todas as restrições simultaneamente: a programação da produção, ao decidir sobre o quê, quando e quanto produzir, deve levar em consideração todas as restrições existentes no sistema.

3.8 A PROGRAMAÇÃO TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC)

A programação da produção TPC foi desenvolvida com o objetivo de promover um processo de subordinação e sincronização entre os diversos recursos que compõem o sistema de produção. A ideia de subordinação reside no fato de que havendo uma restrição no sistema devem-se subordinar todos os demais recursos não restritivos ao recurso que é a restrição atual, pois a restrição não pode parar, principalmente por falta de material para processar (GUSMÃO, 1998).

A lógica dessa programação define que em qualquer empresa existem apenas alguns recursos com restrições de capacidade, e o método TPC reconhece que será essa restrição que vai impor o limite de produção da fábrica inteira, esse recurso, que é o gargalo, será então considerado o Tambor, sendo ele responsável por dar o “ritmo” da produção da fábrica (COUSSEAU, 2003).

Localizado o recurso restrição – o gargalo – os recursos que antecedem o mesmo serão “puxados” com um ritmo igual ou um pouco superior ao ritmo do gargalo. Após o gargalo, os componentes serão “empurrados” até o final do sistema de produção. Por isso o Tambor deve ser protegido quanto aos eventuais problemas que possam ocorrer nas máquinas que antecedem o mesmo, como quebras, falta de matéria-prima, variabilidade de tempos de processo, problemas de qualidade, etc. (GOLDRATT; FOX, 1992).

Será necessário estabelecer um estoque de segurança na frente do recurso-restrição para manter o gargalo trabalhando, mesmo que ocorra alguma interrupção nas máquinas antes do gargalo. Esse estoque é chamado de Pulmão, ele garantirá certo tempo de abastecimento do gargalo, de modo que se possam corrigir as perturbações que ocorreram nas operações antes do gargalo. Seu dimensionamento está diretamente relacionado com o grau de confiabilidade das operações que antecedem a restrição (COX III; SPENCER, 2002).

Deve-se limitar a quantidade de matéria-prima que será entregue ao processo, para assegurar que o inventário não cresça além do que foi definido pelo pulmão.

A Corda deve prender o recurso-gargalo com a operação inicial para liberar somente a quantidade de material que o recurso-gargalo tem capacidade de processar, ou seja, a corda tem papel fundamental na decisão da quantidade de material que será processado e a quantidade de material acabado que sai do sistema (GOLDRATT; FOX, 1992). A Figura 4 mostra de forma esquemática e simplificada o método TPC.

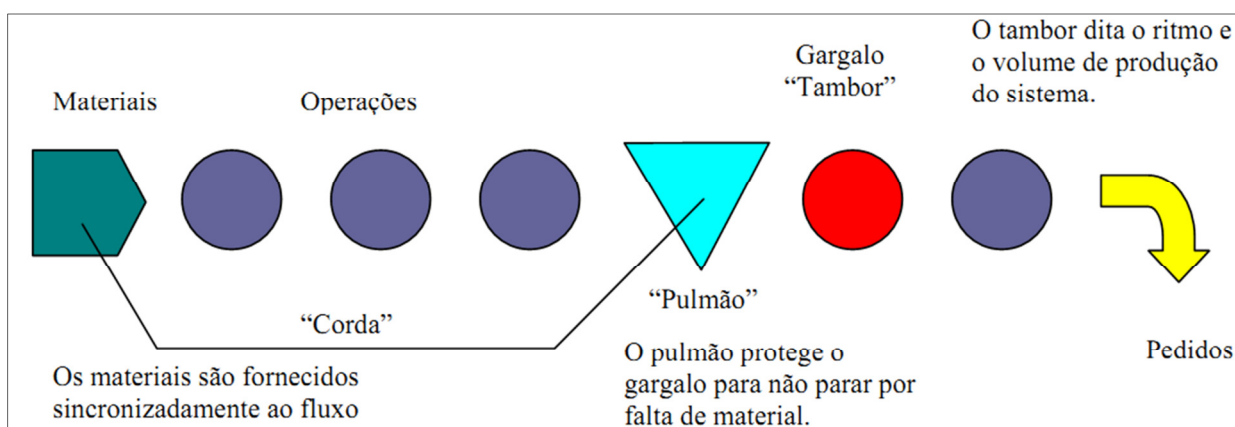


Figura 4 – Ilustração do método Tambor-Pulmão-Corda.
Fonte: COUSSEAU, 2003.

A constante busca para reduzir os pulmões e aumentar a capacidade do gargalo é muito lucrativa. Deve-se focar na redução das interrupções e, posteriormente, balancear o fluxo da produção para consequentemente aumentar o ganho da empresa.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nos itens seguintes descrevem-se os procedimentos metodológicos utilizados para a realização do estudo proposto, composto por: tipo de pesquisa, área de estudo, coleta e análise dos dados.

4.1 TIPO DE PESQUISA

Pesquisar não é apenas buscar a verdade, mas utilizar métodos científicos para encontrar respostas a questões propostas, ou seja, um procedimento formal com a técnica do pensamento reflexivo requerendo um tratamento adequado que constitui no caminho para encontrar verdades parciais ou conhecer melhor a realidade (MARCONI; LAKATOS, 2008).

Com isso a pesquisa deverá fundamentar-se em métodos adequados ao tipo de estudo enquadrado, pois toda pesquisa deve ser rigorosamente planejada para assegurar a correta realização do estudo.

O estudo em questão se caracteriza em referência à natureza da pesquisa como do tipo Aplicada, em decorrência do seu interesse prático. Quanto aos objetivos classifica-se como pesquisa descritiva. Este tipo de pesquisa tem como objetivo estudar o estabelecimento de relações entre variáveis, descrevendo as características de determinado fenômeno (GIL, 2002).

No que abrange os procedimentos metodológicos foram adotados:

a) **Pesquisa bibliográfica**, que segundo Severino (2007) consiste na pesquisa que se realiza a partir de registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, livros, artigos, teses, etc;

b) **Levantamento**, que de acordo com Gil (2002) caracteriza-se pela interrogação direta de pessoas cujo comportamento se deseja conhecerem ou procedendo-se à solicitação de informações a um grupo significativo de membros acerca do problema estudado.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma empresa beneficiadora de grãos, sendo mais especificamente no processo de beneficiamento de arroz branco polido que ocupa o maior espaço nas instalações do complexo industrial.

4.3 COLETA DE DADOS

De acordo com Chizzoti (2005) a coleta de dados é a etapa da pesquisa que exige um grande volume de tempo e trabalho para se reunir as informações necessárias. Implica na organização cuidadosa da técnica e a elaboração de instrumentos adequados.

Os dados coletados no trabalho foram de três tipos: primários, secundários e terciários:

a) **Primários**: ocorreram entrevistas parcialmente estruturadas com os responsáveis pelo setor de produção da empresa e com os funcionários que trabalham na produção. Gil (2002) comenta que a entrevista parcialmente estruturada vai explorando ao longo do seu curso os pontos de interesse do entrevistador assim se mantendo no foco em questão.

b) **Secundários**: foram analisados documentos relacionados com os equipamentos, documentos provenientes dos fabricantes dos equipamentos, etc. Segundo Severino (2007) a pesquisa documental tem como fontes documentos no sentido mais amplo, como jornais, fotos, filmes, documentos legais, manuais, catálogos, a partir do qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise, pois ainda não tiveram nenhum tratamento analítico;

c) **Terciários**: foram coletados dados por meio da observação não participante do processo de produção para identificar e coletar informações relevantes para o estudo como fluxo de produção, estoque em processo, paralisação por quebras, etc. Marconi e Lakatos (2008) comentam que a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Esses mesmos autores explicam

que na pesquisa não participante o pesquisador toma contato com a realidade estudada, mas sem interagir com ela, presencia o fato, mas não participa dele, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado. No caso desta pesquisa, o acadêmico frequentou as instalações industriais no processo de beneficiamento do arroz, por um determinado tempo não sendo permitido modificar ou propor mudanças.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram organizados através da ferramenta computacional Microsoft Excel[®] 2010 e analisados através dos princípios da Teoria das Restrições para servirem de suporte na aplicação das 5 etapas do processo de focalização ou processo de aprimoramento contínuo.

5 PROCESSO PRODUTIVO DO ARROZ BRANCO

Na Figura 5 é apresentado o fluxograma básico do processo, da empresa estudada.

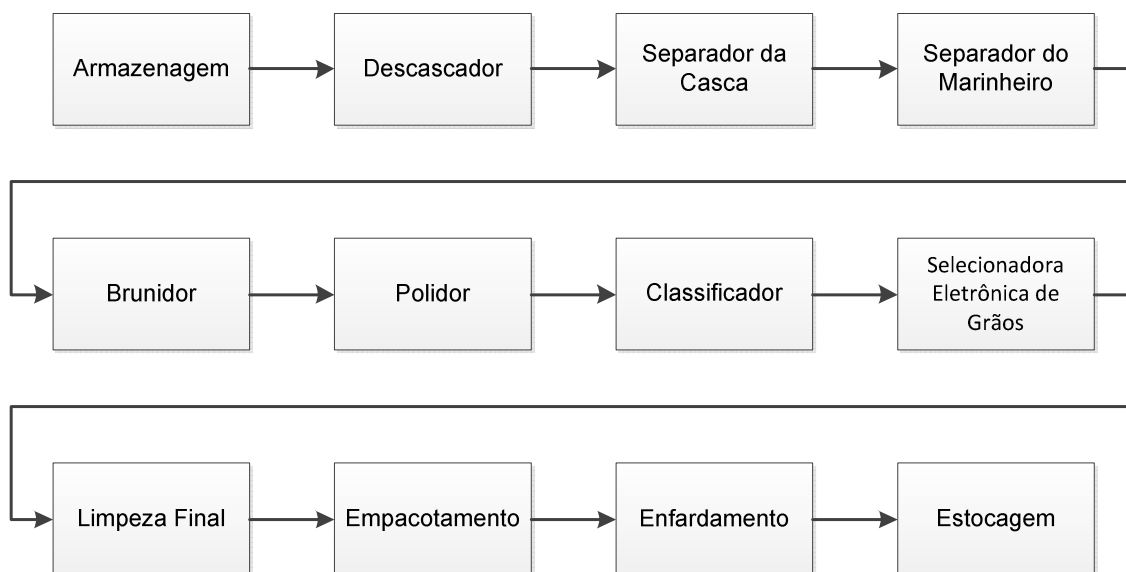


Figura 5 – Etapas do processo de beneficiamento do arroz branco polido.
Fonte: O autor.

5.1 ARMAZENAGEM

Para obtenção do arroz branco polido normalmente utiliza-se matéria-prima de melhor qualidade, esta chega à indústria previamente selecionada, sem a presença de impurezas grosseiras e com um teor de umidade entre 13 a 14%, valor considerado ótimo para conservação e para iniciar no processo produtivo, posteriormente é estocada em silos próximos a planta industrial.

5.2 DESCASCADOR

A primeira etapa do processo consiste em se retirar a casca do arroz, sendo que, para o caso estudado, ocorre aproximadamente um descasque de 90%. Este processo é realizado por intermédio do atrito entre dois roletes de borracha que são pressionados por um cilindro pneumático forçando a casca a se desprender do grão. Cumpre lembrar que este tipo de procedimento é comum na indústria de beneficiamento do arroz, representando parte importante e constantemente alvo de preocupação devido a possibilidade de perdas e descartes.

5.3 SEPARAÇÃO DA CASCA

Após o descasque, os grãos de arroz e as cascas passam por uma câmara na qual uma corrente de ar irá separar as cascas por serem mais leves e levá-las para um estoque, onde posteriormente será armazenada e comercializada como subproduto. Atualmente as empresas procuram negociar todo e qualquer resíduo originado no processo industrial, e neste caso as cascas de arroz representam uma oportunidade extra de lucro para o empresário.

5.4 SEPARAÇÃO DO MARINHEIRO

Os grãos de arroz que ainda possuem as cascas são chamados de “marinheiro” e nesta etapa do processo ele será separado dos grãos descascados em um equipamento que realiza este trabalho levando em consideração as diferenças de tamanho e a densidade desses grãos. Entretanto esses grãos ainda com casca retornam para a etapa de retirada da casca para nova tentativa.

5.5 BRUNIÇÃO

O processo de brunição consiste na remoção do pericarpo e do gérmen do grão do arroz. A remoção desta membrana é feita pela fricção dos grãos no equipamento chamado brunidor.

Esta etapa ocorre em dois brunidores, o primeiro retira uma parte do pericarpo mais o gérmen que passa a ser chamada de farelo, o qual é aspirado por um exaustor e, posteriormente ensacado, podendo ser vendido para empresas de ração animal ou para extração de óleo. Em seguida os grãos passam por uma nova brunição, na qual é retirado o restante da camada do pericarpo, tornando os grãos mais brancos e levemente opacos.

5.6 POLIMENTO

Neste processo ocorre o acabamento do grão, sendo feita a retirada total do farelo, pois os grãos são polidos juntamente com um jato de água para dar o acabamento final com um aspecto vítreo e sem riscos, características muito exigidas pelos consumidores.

5.7 CLASSIFICAÇÃO

Nesta ocasião são retirados os grãos de outros cereais, as impurezas e também é separado a quirera (pedaços pequenos do grão de arroz que se soltam durante o processo) e os grãos $\frac{3}{4}$ (grãos com tamanho menor do que o ideal) ou quebrados. O processo de separação ocorre através da movimentação dos grãos de arroz sobre peneiras de diferentes tamanhos, assim fazendo a classificação de forma gradativa.

5.8 SELEÇÃO ELETRÔNICA DE GRÃOS

Nesta etapa do processo ocorre a seleção dos grãos, sendo que o equipamento recebe uma programação para retirar os grãos considerados defeituosos, ou seja, grãos picados, manchados, gessados, danificados, pretos, e também outros grãos de cereais e impurezas que ainda não foram eliminadas.

No equipamento de seleção eletrônica, os grãos passam por dentro de uma canaleta na qual serão mensurados por sensores ópticos, que têm a função de detectar o que é considerado um produto defeituoso. O sensor óptico manda um sinal eletrônico para uma válvula, que é um equipamento com a função de efetuar um jato de ar comprimido no momento exato em que o grão com defeito passa na frente do bico ejetor, assim separando o grão com defeito do grão bom.

5.9 LIMPEZA FINAL

Ao chegar próximo da conclusão do processo de beneficiamento, faz-se uma última limpeza, antes do empacotamento do produto. Esta etapa serve para eliminar qualquer impureza que ainda persiste entre os grãos de arroz, e utiliza uma câmara de limpeza por densidade, na qual se retira toda e qualquer impureza com densidades diferentes dos grãos de arroz.

5.10 EMPACOTAMENTO E ENFARDAMENTO

Fase final do processo o empacotamento ocorre de forma automatizada podendo ser realizado em pacotes de 1 ou 5 kg conforme a programação feita pelos operadores e de acordo com as encomendas. Em seguida ocorre a confecção dos fardos, também de forma automatizada, em configurações de 30 pacotes de 1 kg ou 6 pacotes de 5 kg, totalizando sempre fardos com 30 kg, em seguida são transportados para o estoque em pallets com 48 fardos cada.

6 APLICAÇÃO DO PROCESSO DE APRIMORAMENTO CONTÍNUO

Sendo o objetivo principal deste trabalho, propor teoricamente como o processo de aprimoramento contínuo da TOC pode ser aplicado em uma indústria, a seguir será apresentado o desenvolvimento das cinco etapas que compõem este processo de otimização na empresa em estudo.

6.1 IDENTIFICAR AS RESTRICÇÕES DO SISTEMA

Como todo sistema possui uma restrição, o primeiro passo foi a identificação do elemento restritivo no processo produtivo. Um gerenciamento adequado da restrição permite elevar de forma real o ganho da empresa.

Várias são as maneiras de se identificar uma restrição em um sistema produtivo, entretanto, a mais simples consiste em observar onde estão acumulando os produtos no processo, mas essa possibilidade possui limitações em ambientes nos quais existem o fluxo contínuo da produção.

No estudo para descobrir onde se encontrava a restrição optou-se pelo mapeamento do processo de beneficiamento do arroz branco, verificando todos os dados dos equipamentos relativos à capacidade de produção. Dessa forma chegou-se ao fluxograma da Figura 6.

Sendo assim foi constatado que a operação de brunição, que é composta por dois brunidores, e a operação de polimento, composta pelo polidor, configuram-se o gargalo do sistema produtivo. Estas atividades estavam limitando o ganho da empresa, e poderia obter-se um desempenho superior caso essas atividades restritivas apresentassem uma maior capacidade de produção.

Portanto, para este estudo, levantou-se que todo e qualquer esforço de melhoria deveria concentrar-se nas operações de brunição e polimento, pois qualquer progresso em outra atividade representaria uma melhoria ilusória não aumentando efetivamente o ganho da empresa.

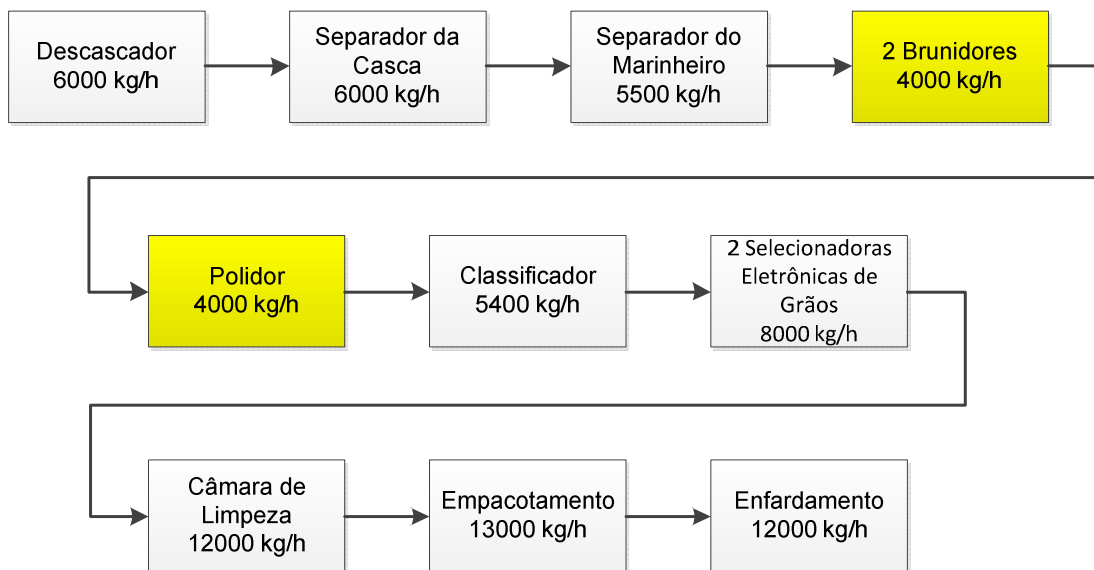


Figura 6 – Capacidade produtiva de cada equipamento.
Fonte: O autor.

6.2 EXPLORAR A RESTRIÇÃO DO SISTEMA

Depois de identificada a restrição do processo produtivo, o próximo passo foi explorar a restrição para tentar ganhar o máximo de produtividade nela.

Entende-se por explorar a restrição, a eliminação de toda e qualquer atividade que reduza a capacidade de determinado elemento ou equipamento, tentando assim utilizar o elemento restritivo na sua máxima capacidade.

No estudo realizado as operações de brunição e polimento consistiam na principal limitação ao desempenho do sistema, e se nenhuma ação fosse realizada, essas atividades estariam impedindo que a empresa alcançasse sua meta, levando sempre em consideração que o tempo gasto em qualquer dessas duas operações é tempo perdido em todo o sistema, diminuindo assim os ganhos gerais do processo.

Um plano de ação foi elaborado para otimizar as operações de brunição e polimento, e teve como objetivo aumentar a capacidade dos gargalos produtivos.

As etapas propostas para compor o plano de exploração da restrição foram as seguintes:

Reforma dos equipamentos gargalos: esta atividade se torna necessária, pois os equipamentos que compõem a restrição, os dois brunidores e o polidor, possuem em torno de 20 anos de utilização, e neste caso, uma reforma geral dos

equipamentos trocando as peças essenciais para o processo de lixamento dos grãos de arroz (brunição) trará uma melhora na capacidade de produção.

Melhoria da manutenção na restrição: para impedir que os equipamentos que compõem a restrição parem por quebras, se faz necessário um planejamento da manutenção. Devem-se evitar as manutenções corretivas no equipamento gargalo, pois este tipo de correção ocorre em momentos que não se deveria parar a produção, lembrando que a TOC busca em todas as circunstâncias evitar que o gargalo pare.

Para evitar ao máximo a manutenção corretiva propõe-se implantar, com prioridade para os gargalos, a manutenção preventiva e a manutenção preditiva. A ideia é que estas ações sejam realizadas de forma planejada em momentos em que o gargalo esteja fora do período de produção. Espera-se com isto que a redução no tempo das paradas não planejadas e planejadas na restrição possibilite maior tempo do equipamento em operação e, em consequência, proporcione maior ganho para a empresa.

Caso o gargalo necessite de peças de reposição em eventuais situações de manutenção, recomenda-se a confecção de um pequeno estoque com as peças necessárias, para evitar uma espera longa por estas.

Melhoria na alimentação do gargalo: outro ponto importante que merece destaque é o sistema de alimentação do gargalo com os grãos de arroz, este deve garantir que a quantidade adequada de produto chegue ao equipamento no momento certo, para que ele possa trabalhar com sua total capacidade sempre evitando a falta de produto ou a alimentação parcial.

Um acompanhamento deve ser realizado para verificar se a maneira como o equipamento gargalo está sendo alimentado é realmente a melhor situação para ele receber a quantidade máxima possível de produto para o processamento.

6.3 SUBORDINAR TUDO O MAIS À RESTRIÇÃO DO SISTEMA

Nesta fase, o objetivo foi definir o papel das outras operações que não são restrições, a partir desse momento todos os outros equipamentos deverão trabalhar subordinados à capacidade do gargalo.

Caso as operações que ocorrem antes da restrição trabalhem em sua capacidade nominal, um grande inventário irá se acumular antes do gargalo. Para evitar essa situação é de extrema importância definir o nível de atividade de cada operação para satisfazer a restrição da melhor maneira possível.

Para definir o nível ideal de produção de cada etapa do processo foi proposta a implantação da programação Tambor-Pulmão-Corda já mencionada neste trabalho.

O Tambor do sistema produtivo em estudo foi a operação de Brunição juntamente com a operação de Polimento, pois como se trata de um processo contínuo e as duas operações estão lado a lado e apresentam uma capacidade produtiva semelhante, elas que serão responsáveis pelo nível de produção, ou seja, irão ditar o ritmo que a empresa irá produzir para ter o seu ganho máximo.

Para proteger o gargalo do sistema foi proposta a colocação de dois pulmões, como na Figura 7, o pulmão número 1 terá a responsabilidade de não deixar faltar matéria-prima para o gargalo processar, e o pulmão número 2 garantirá que o gargalo não venha a parar por qualquer problema após o produto passar pela restrição, pois como se trata de um processo contínuo, uma falha em qualquer equipamento após o gargalo faria com que este parasse de produzir, assim diminuindo o ganho da empresa.

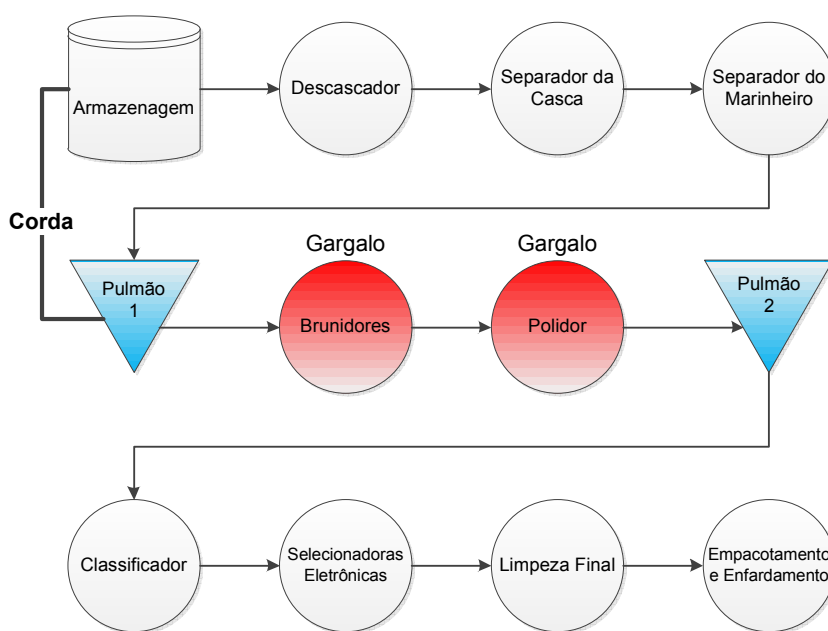


Figura 7 – Proposta para aplicação do TPC, com os pulmões no processo.
Fonte: O autor.

Feita a proteção do gargalo de forma correta, se torna necessária uma comunicação entre as etapas do processo, esta será feita através da Corda: um mecanismo que mostrará o momento que o pulmão número 1 estará com um nível crítico de produto necessitando que as etapas antes dele sejam acionadas para completar o pulmão, assim garantindo que o gargalo não seja interrompido. Esta comunicação poderá ser feita com o uso de dispositivos automatizados garantindo assim que o gargalo não fique sem produto a processar mesmo o operador não estando atento ao processo.

Portanto o gargalo do sistema fará com que as operações antes dele venham a produzir de forma puxada obedecendo à capacidade do mesmo, e após o gargalo, produzirá de forma empurrada para que a possibilidade de interrupção dele seja eliminada.

Uma situação também válida é a colocação de um terceiro pulmão antes das atividades de limpeza final, empacotamento e enfardamento, pois essas atividades apresentam uma capacidade muito elevada em relação às outras operações, assim este pulmão iria garantir que essas atividades entrassem em funcionamento quando uma quantidade adequada de produto estivesse preparada.

6.4 ELEVAR A RESTRIÇÃO DO SISTEMA

Esta etapa tem a finalidade de aumentar a capacidade da restrição a um patamar mais elevado, normalmente chegando ao nível da demanda do mercado.

Enquanto a exploração da restrição busca eliminar os desperdícios proporcionados pela má qualidade no gerenciamento dos equipamentos, na elevação da restrição buscam-se alternativas para realmente aumentar de forma significativa essa capacidade de produção, normalmente é utilizada esta etapa quando a exploração não apresenta resultados significativos.

Na situação do estudo o gargalo encontrado tratou-se de equipamentos cuja capacidade produtiva se encontra abaixo dos demais no processo. Assim a alternativa mais cabível para realmente se elevar a restrição foi a substituição destes equipamentos.

Como não foi possível levantar a demanda da empresa, o limite utilizado para elevar a restrição do sistema foi definido por equipamentos disponíveis no mercado. Para este caso optou-se por levantar estes dados junto à empresa fornecedora dos equipamentos atuais.

Portanto para a operação de Brunição os dois brunidores atuais que juntos obtêm uma capacidade produtiva de 4000 kg/h seriam substituídos por um brunidor apenas, com capacidade de 8000 kg/h. O polidor atual que tem capacidade de 4000 kg/h seria substituído por um com capacidade de 8100 kg/h, assim elevando a restrição do sistema.

6.5 A RESTRIÇÃO FOI QUEBRADA?

Com a realização da etapa de elevação, outra atividade passou a ser a restrição do sistema.

Como foi possível constatar na Figura 8, as atividades de brunição e polimento tiveram suas capacidades elevadas, comprovando que a restrição foi quebrada e as etapas do processo de aprimoramento contínuo foram realizadas com sucesso.

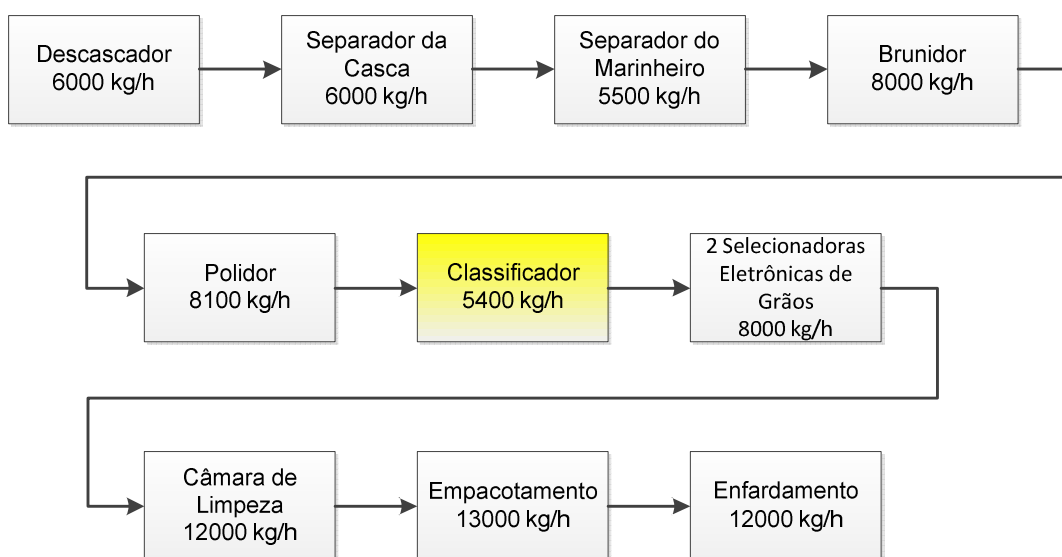


Figura 8 – Processo produtivo com a nova restrição.
Fonte: O autor.

Esta etapa também orienta que quando a restrição for quebrada, deve-se refazer todo o processo de aprimoramento contínuo, assim a Figura 8 apresenta a nova configuração do processo produtivo com a mudança da restrição.

Com a demonstração do surgimento de uma nova restrição o processo de aprimoramento da TOC se torna um ciclo sucessivo, tendo como resultado o aumento do ganho da organização a cada aplicação realizada.

Em certo momento o processo de aprimoramento contínuo não encontrará mais restrições físicas no sistema, pois a demanda da empresa será alcançada, portanto uma nova etapa se apresenta tornando necessário encontrar as restrições não físicas.

Será apresentado na Figura 9 um quadro com as informações discutidas neste capítulo, mostrando uma comparação entre a situação atual da empresa e as propostas obtidas com o uso da TOC.

Etapas do Processo de Aprimoramento Contínuo	Situação Atual	Situação Proposta
1 – Identificar a Restrição	Existe uma noção sobre quem é a Restrição do sistema.	As Restrições do sistema são as operações de Brunição e Polimento
2 – Explorar a Restrição	A Restrição é tratada como qualquer outra operação do sistema.	Atenção especial na Restrição para elevar sua capacidade através de Reforma dos Equipamentos, Melhoria da Manutenção e da Alimentação do gargalo.
3 – Subordinar tudo o mais à Restrição	O suporte é dado de forma individual para cada operação.	A produção do sistema está diretamente ligada com a produção da restrição, com a implantação da Programação Tambor-Pulmão-Corda.
4 – Elevar a Restrição	Nenhum projeto está programado. A capacidade da Restrição (Brunição e Polimento) é 4000 kg/h.	Elevou-se a Restrição com a aquisição de novos equipamentos. A capacidade passou para: Brunição 8000 kg/h e Polimento 8100 kg/h.
5 – A Restrição foi quebrada?	Nenhuma atividade está sendo realizada para chegar nessa situação.	Sim. Agora a nova restrição passou a ser a etapa de classificação, com capacidade de 5400 kg/h.

Figura 9 – Quadro comparativo entre situação atual e proposta.

Fonte: O autor.

Portanto, a ideia geral deste capítulo foi demonstrar como o ganho da empresa pode ser aumentado através da Teoria das Restrições, aplicando as etapas do processo de aprimoramento contínuo no processo de beneficiamento do arroz.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades operacionais de Brunição e Polimento foram identificadas como sendo as restrições do sistema de beneficiamento de arroz estudado, devido apresentar uma capacidade para produção dos produtos menor que as outras atividades, sendo demonstrado através do mapeamento do processo industrial.

O segundo passo do processo de aprimoramento contínuo foi a exploração da restrição, em que um programa para melhoria da utilização da restrição foi proposto. A implantação deste programa teve por objetivo um aumento na capacidade de produção do gargalo, sendo que em alguns casos a aplicação deste segundo passo possibilitou alcançar a demanda requerida pela empresa. Quando isso não ocorrer, a melhoria da restrição representa que a empresa avançou um patamar em direção a sua meta.

A proposta para aplicar um plano de ação aumentando assim a utilização da operação gargalo e conseqüentemente aumentar o ganho da empresa, obviamente deverá ser acompanhada com um respectivo aumento de despesas, entretanto a vantagem desta proposta foi evitar melhorar a utilização de todas as atividades do processo, como é feito normalmente pelas empresas. A Teoria das Restrições propicia a melhoria daquilo que realmente precisa melhorar para a empresa aumentar o seu ganho.

Após a exploração do gargalo do sistema, a pesquisa determinou qual deveria ser o comportamento das demais atividades anteriores e posteriores à restrição, que se denomina etapa de subordinação. A ideia principal foi determinar que as operações de produção anteriores à restrição deveriam produzir somente a quantidade necessária para que em hipótese alguma pudesse faltar produto para abastecimento da restrição. Para as operações posteriores a preocupação foi em não deixar o gargalo parar por impossibilidade de equipamentos para processar o material que já tinha passado por ele. Assim os pulmões propostos para serem colocados antes e após a restrição estariam garantindo um total funcionamento da mesma. Uma comunicação automatizada foi proposta para garantir uma comunicação em tempo real e integral entre a restrição e as etapas da produção responsáveis por abastecer o pulmão que irá garantir uma total alimentação da restrição. Com isso a produção será otimizada e sincronizada para as demais

atividades operacionais reduzindo inventários, reduzindo as despesas operacionais e aumentando o ganho da empresa.

Na quarta etapa do processo de aprimoramento contínuo foi abordada a substituição dos equipamentos atuais para realmente elevar a restrição do sistema. Foi procurado com o fornecedor se existiam equipamentos com a mesma função dos atuais, mas com capacidade maior para aumentar de forma significativa a produção na atividade gargalo. Com isso a capacidade da empresa que antes era de 4000 kg/h de beneficiamento passou para 5400 kg/h, um aumento considerável de 1400 kg/h, agora a produção passa a ser limitada pela nova restrição, a operação de classificação.

O processo de elevação possibilitou à empresa investir o capital em um projeto que realmente aumentará o ganho da empresa criando mais valor. O processo de aprimoramento contínuo indica que a inércia não pode tomar conta da empresa, logo o processo de melhoria e focalização deve continuar para quebrar essa nova restrição que surgiu.

Portanto, realizando os objetivos específicos ao longo desta pesquisa concluiu-se que o objetivo principal foi alcançado.

Ainda com a aplicação pode-se esperar a redução no *leadtime* dos produtos, melhoria no desempenho das datas de entrega, aumento na capacidade produtiva, diminuição dos estoques, diminuição dos problemas enfrentados no dia-a-dia e melhoria no faturamento.

O modelo da Teoria das Restrições, no que diz respeito à parte utilizada na pesquisa, se mostrou relativamente simples e de fácil entendimento. O modelo é ajustado na política de crescimento e na estratégia de crescimento de cada empresa, considerando a organização como um sistema global e não por meio de atividades operacionais individuais, sendo os resultados esperados satisfatórios.

A Teoria das Restrições e suas ferramentas consistem em um processo de melhoria contínua, visto que, gargalos poderão mudar de lugar dentro do sistema produtivo, ou ainda passar para restrição de mercado, onde a demanda se tornará o gargalo do sistema. Para os gestores se torna indispensável ter o total controle sobre as restrições, principalmente as restrições físicas, para que elas não sejam problemáticas ao ponto de prejudicarem o planejamento da produção, sendo assim necessária uma visão sistêmica de todo o processo produtivo.

Os problemas encontrados para aplicação da TOC estão relacionados com a resistência à mudança do mundo do custo para o mundo do ganho, este comportamento é muito mais comum do que se possa esperar, mesmo sabendo dos resultados esperados com a implantação.

Uma tendência das empresas com o avanço da tecnologia da informação será a utilização de uma combinação de métodos de planejamento e controle da produção, ao invés de utilizar apenas um método, pois não existe um gerenciamento da produção ideal para todas as empresas, cada uma possuiu suas políticas, suas particularidades, seus processos, suas competências que fazem a diferença entre elas, por isso, serão necessários sistemas mais flexíveis que possam integrar-se com outros sistemas e oferecer o suporte necessário para as tomadas de decisões nas empresas.

O conhecimento e a compreensão dos principais conceitos utilizados pelos modelos de Gestão da Produção disponíveis na literatura científica tornam-se fatores necessários para contribuir na melhoria da qualidade com que gerenciamos a produção, assim esta pesquisa se torna uma fonte de conhecimento para um método existente.

Para a realização do estudo o amplo conhecimento que o Engenheiro de Produção adquiriu em sua formação, constitui num grande facilitador, podendo assim compreender todo o processo produtivo e planejar as melhorias necessárias.

Como acadêmico um trabalho envolvendo a busca de dados em campo, num ambiente muitas vezes não apresentado em sala de aula, se torna um desafio, mas com um aprendizado de grande valia, na qual conhecimentos antes só vistos na teoria podem neste momento serem aplicados na prática, para alcançar os resultados esperados.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, uma sugestão que pode ser explorada está relacionada com o dimensionamento adequado dos pulmões a serem empregados na proposta, pois estes devem estar relacionados diretamente com a confiabilidade dos equipamentos utilizados. Outro ponto interessante de ser abordado estaria relacionado com os custos do investimento para elevar o gargalo do processo e em quanto tempo o investimento se pagaria com o aumento da produção.

REFERÊNCIAS

- BARATA, Tiago S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil: um estudo na região metropolitana de Porto Alegre**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2005. 164 p.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 13 jun. 2011.
- CORRÊA, Aliel Freitas. **Modelagem de um sistema de gestão da pecuária leiteira sob os preceitos da Teoria das Restrições**. 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- CORRÊA, Henrique L; GIANESI, Irineu G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.
- COUSSEAU, Valter Lino. **Aplicação de um método de implantação da manutenção produtiva total a partir da ótica da Teoria das Restrições na linha de fabricação de painéis da Tramontina Farroupilha S.A.** 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- COX III, James F; SPENCER, Michael S. **Manual da teoria das restrições**. Tradução Fernanda Kohmann Dietrich. Porto Alegre: Bookman, 2002. 280 p.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/index.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2011.
- FERREIRA, A. H. **Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Administração das Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.
- FLORES, Rogério. **Teoria das Restrições: Análise da implantação de um modelo de gestão baseado na Teoria das Restrições na UCAR produtos de carbono**,

em Candeias - BA. 2005. 126 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Meta na prática:** livro de exercícios da TOC. São Paulo: Nobel, 2007.

GOLDRATT, Eliyahu. M. **A Síndrome do Palheiro - Garimpando Informações num Oceano de Dados.** Editora Educator, São Paulo, 1996.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Corrente crítica.** Tradução Thomas Corbett Neto. São Paulo: Nobel, 1998. 260 p.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Não é sorte:** a aplicação dos processos de raciocínio da teoria das restrições. São Paulo: Nobel, 2004. 248 p.

GOLDRATT, Eliyahu M; COX, Jeff. **A Meta:** um processo de aprimoramento contínuo. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1993. 318 p.

GOLDRATT, Eliyahu M; FOX, Robert E. **A Corrida pela vantagem competitiva.** Editora Imam, São Paulo, 1992.

GUERREIRO, Reinaldo. **A meta da empresa.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 133 p.

GUSMÃO, Sergio Luiz Lessa de. **Um modelo conceitual para integração do Just-in-time com a Teoria das Restrições em pequenas e médias empresas industriais.** 1998. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1190&id_pagina=1>. Acesso em: 13 jun. 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 277 p.

MIRITZ, Luciane D. **Diferenciação e diversificação na agroindústria arrozeira do Rio Grande do Sul**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SANTOS, Osvaldo L. J. dos. **Aplicação da teoria das restrições para otimização dos sistemas de produção em uma empresa do setor químico**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo, SP: Cortez, 2007. 304 p.

SIQUEIRA, Adão Marcos. **Aplicação das medidas de desempenho da TOC (*Theory of constraints*) como instrumento de decisão**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

TORRES, Márcio S. **Proposta de um método para a implantação de um sistema de planejamento fino da produção baseado na teoria das restrições**. 1999. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ANEXO



PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO ARROZ

FOGAÇA, J. C.¹; BERGHAUSER, N. A. C.²;

RESUMO: Nos últimos anos as empresas têm enfrentado forte pressão por parte da concorrência, buscando assim novas alternativas de gerenciamento. Deste modo esta pesquisa apresenta uma proposta de aplicação do processo de aprimoramento contínuo apresentado pela Teoria das Restrições. Este método de gerenciamento das restrições é composto por um conjunto de princípios e conceitos idealizados pelo físico Eliyahu Goldratt e divide-se em três ramos: logística, gerenciamento de restrições e processo de pensamento. O processo de aprimoramento contínuo que está inserido no gerenciamento das restrições é composto por cinco etapas, identificação da restrição, exploração da restrição, subordinar tudo o mais à restrição, elevar a restrição e a última etapa que sugere voltar a etapa um se a restrição for quebrada, essas etapas foram utilizadas neste trabalho para demonstrar a aplicação da Teoria das Restrições na empresa de beneficiamento de arroz para aumentar o seu ganho. Assim o processo de aprimoramento contínuo aumentou a produção da empresa de 4000 kg/h para 5400 kg/h, aplicando o investimento no local onde o ganho seria maior.

PALAVRAS-CHAVE: Aprimoramento contínuo. Gargalo. Tambor-Pulmão-Corda.

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente do que acontecia há algumas décadas, as empresas têm enfrentado uma forte pressão por parte da concorrência, colocando em risco a sua sobrevivência no mercado; com isso cada vez mais estão surgindo alternativas para melhor atender o consumidor. A competitividade tornou-se um assunto de extrema atenção por grande parte das organizações modernas. A preocupação dos gerentes está se tornando cada vez mais difícil e abrangente, pois não podem apenas garantir o crescimento e lucro no presente, mas devem apresentar uma gestão que busque continuidade voltada para o longo prazo.

¹ Graduando de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira.

² Mestre, Orientador, Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira.



De grande importância, a competitividade se torna indispensável no processo de crescimento da organização, seja ela de pequeno, médio ou grande porte. Por meio dela os gestores devem tomar decisões importantes de como enfrentar essa ameaça ou como explorar novos horizontes.

Neste novo cenário o cliente está se tornando cada vez mais exigente em relação à qualidade e customização do produto, rapidez na entrega e credibilidade com os compromissos; fatores esses considerados indispensáveis para o desenvolvimento de uma organização mais flexível e ágil. Essas exigências junto com a crescente evolução das tecnologias, a abertura dos mercados e a constante busca por produtos de menor custo possível, causaram mudanças nas atividades no chamado “chão de fábrica” e modificaram a maneira com que as operações eram gerenciadas nas indústrias.

O gerenciamento das operações começa a ser interpretado como fator primordial para o sucesso da estratégia empresarial; assim as empresas reconhecem que conseguirão alcançar a tão buscada vantagem competitiva por meio do planejamento otimizado de suas operações. Com isso, em um ambiente de manufatura é obrigatório o emprego de um sistema que planeje e programe com exatidão a utilização mais correta dos recursos produtivos, buscando balancear o máximo possível a capacidade de produção disponível em relação a demanda, ajudando desse modo na redução das perdas do sistema.

Surge neste contexto, o gerenciamento das restrições, uma abordagem moderna que planeja e controla a elaboração de produtos e a prestação de serviços estabelecendo uma importância especial para o recurso limitante - a restrição - que determina a saída do sistema produtivo e controla o ganho da empresa.

O método do gerenciamento de restrições é composto por um conjunto de princípios e conceitos idealizados pelo físico israelense Eliyahu Goldratt, nos anos 1980, conhecido como Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*), um método novo de administração da produção. O sucesso de sua teoria em algumas empresas fez com que outras se interessassem em aprender a técnica. Assim Goldratt decidiu repassar o seu conhecimento e escreveu um livro contando sobre sua teoria, chamado de “A Meta (*The Goal*)” (GOLDRATT; COX, 1993). Nele o autor conta as dificuldades encontradas por um gerente para administrar uma fábrica e



então mostra como sua teoria pode ajudar no gerenciamento da produção e como recuperar a competitividade da empresa.

Por se tratar de uma teoria contemporânea de considerável impacto na melhoria de processos produtivos industriais, escolheu-se a área de beneficiamento de alimentos como foco do estudo, esperando resultar em otimização de indicadores que levem ao desenvolvimento do setor.

Entende-se que o objetivo geral deste trabalho consiste em: Estudar a aplicação do processo de aprimoramento contínuo da Teoria das Restrições em um sistema industrial de beneficiamento de arroz, visando aumentar o ganho da organização.

2. O ARROZ

O arroz é um alimento básico para a metade da população do mundo. No Brasil, desempenha, juntamente com o feijão, um importante papel como componente da dieta básica, sendo parte essencial da chamada “cesta básica”. Mas também é consumido de forma ampla, nos estratos sociais de maior renda e em todas as faixas etárias, fazendo parte da nossa cultura e tradição.

O arroz, uma das mais importantes culturas anuais produzidas no Brasil, representou no ano de 2010 cerca de 8% do total de grãos colhidos (IBGE, 2011).

No caso da rizicultura brasileira existem dois tipos principais de sistemas básicos de cultivo, o arroz de “terras altas” e o irrigado, distribuído em três polos produtivos. O primeiro é na região Sul que produz arroz irrigado com alta tecnologia, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O segundo abrange a região Sudeste e o terceiro envolve Goiás e Mato Grosso (EMBRAPA, 2011).

Com uma produção historicamente inferior ao consumo brasileiro de arroz, por algum tempo se fez necessária à importação do cereal para abastecer o mercado doméstico. Mas com o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e técnicas de manejo inovadoras, o Brasil vem aumentando gradativamente sua produtividade e produção (MIRITZ, 2008).



Além disso, o consumo de arroz no Brasil não vem acompanhando o crescimento populacional, tendo por consequência uma gradual redução do consumo *per capita* do cereal. Isso se deve a influência direta de fatores culturais e socioeconômicos que decorrem de uma série de modificações sofridas pela sociedade moderna (BARATA, 2005).

Com a realidade apresentada nos últimos parágrafos, um provável excedente de produto será produzido, gerando uma queda dos preços e uma acirrada competição entre as indústrias beneficiadoras.

Diante disso, as empresas precisam desenvolver novas estratégias competitivas de modo a ajustar-se ao novo ambiente, buscando novas formas de gerenciamento para diminuir os custos atrelados a produção, sendo mais eficientes e otimizadas. Também se deve levar em consideração o fato de estar trabalhando com um produto agrícola onde a indústria sofre vários impactos devido a sazonalidade e a natureza biológica de seu principal insumo.

3. TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Neste momento apresenta-se uma revisão sobre os principais conceitos da Teoria das Restrições, a partir de sua origem, de forma a permitir uma compreensão de sua utilização e de seu potencial para a área empresarial.

3.1 CONCEITOS BÁSICOS

A Teoria das Restrições pode ser vista como três áreas principais diferentes, mas inter-relacionadas, um esquema geral é representado na Figura 1. O ramo logístico, que compreende metodologias de programação e controle de produção e estoques, como o sistema Tambor-Pulmão-Corda (TPC), como forma de gerenciamento fino da produção, contribuindo para ampliar os ganhos da organização. Propõe a utilização da análise de estrutura lógica V-A-T para identificação dos processos produtivos, através da identificação do formato do processo, que em forma de V é caracterizado por utilizar poucos materiais para originar vários produtos, o formato em A é caracterizado por ter numerosas



combinações de atividades que são necessárias para fornecer um conjunto relativamente pequeno de itens finais para atender aos pedidos e a forma de T consiste na possibilidade de gerar diversas combinações de produtos finais a partir de um número limitado de etapas similares, assim contribuindo para a tomada de decisões sobre como planejar e controlar a produção (COX III; SPENCER, 2002).

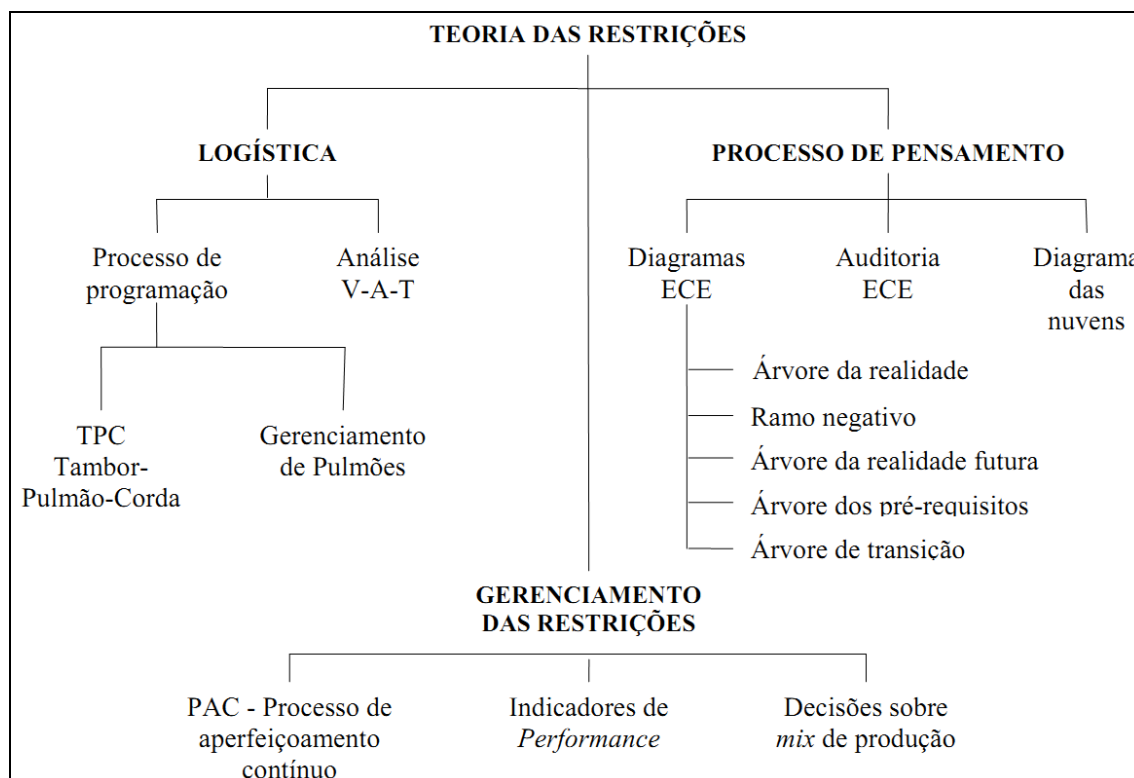


Figura 1 – Representação esquemática dos componentes da TOC.
Fonte: Adaptado de Cox III e Spencer (2002) apud Ferreira (2007).

O segundo ramo da TOC aborda o gerenciamento das restrições, conglomerando o Processo de Aprimoramento Contínuo – PAC que constitui num processo lógico e sistemático de ações voltadas para a identificação e remoção das restrições existentes na empresa. Também propõe um conjunto de indicadores de *performance* que permite acompanhar o desenvolvimento e qualidade das ações desenvolvidas na busca da eliminação das restrições, e um processo de decisão sobre o mix de produção, servindo de apoio na decisão sobre qual ou quais produtos serão necessários manter a atenção para garantir o aumento do ganho e o alcance das metas (FERREIRA, 2007).



O terceiro ramo engloba o Processo de Pensamento da TOC, que acrescenta o uso de diagramas Efeito-Causa-Efeito – ECE, o processo de auditoria ECE e a metodologia de dispersão de nuvens. Basicamente, é um processo de análise e solução de problemas, que opera como auxiliar na identificação e remoção das restrições. (COX III; SPENCER, 2002).

3.2 TIPO DE RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições tem como princípio essencial que toda a organização, especialmente com fins lucrativos, possua pelo menos uma restrição. Se a empresa não possuir qualquer restrição, sua produção e em consequência os seus lucros seriam infinitos e assim gerando um grande monopólio irreal.

Goldratt (1998) define restrição ou gargalo como um recurso cuja capacidade não é suficiente para produzir as quantidades que o mercado demanda, assim impedindo que a empresa ganhe mais dinheiro.

Podem existir dois tipos de restrições segundo a TOC; a primeira considerada como restrição física, compreende o mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedidos, projetos, pessoas e é denominada restrição de recurso. O segundo tipo de restrição é denominada não física e é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado, nomeada de restrição política (GUERREIRO, 1999).

Dependendo do tipo da restrição, a TOC segue abordagens diferenciadas. Com o objetivo de otimizar o desempenho das restrições físicas a TOC elaborou um método para identificar e otimizar a restrição, chamado de Processo de Aprimoramento Contínuo ou Processo de Focalização. Para a melhoria do sistema no qual as restrições presentes são as não físicas, a TOC sugere um método conhecido como Processo de Raciocínio (SANTOS, 2008).

Portanto os gargalos não são bons ou ruins, simplesmente eles irão existir em qualquer sistema, e cabe aos gestores ignorá-los e eles se tornam ruins, prejudicando a meta da empresa, ou reconhecê-los e eles se tornarem bons, contribuindo assim no ganho (FERREIRA, 2007).



3.3 AS 5 ETAPAS DO PROCESSO DE APRIMORAMENTO CONTÍNUO

A Teoria das Restrições compreende um processo decisório composto de cinco etapas que devem ser seguidas para alcançar a meta da empresa. As etapas recebem o nome de Processo de Focalização ou Aprimoramento Contínuo e permitem que os gerentes planejem o processo global de produção e que direcionem a atenção maior nos recursos que garantem o maior ganho (GUERREIRO, 1999).

A primeira etapa do processo consiste em **identificar a restrição do sistema**: qualquer que seja o sistema, biológico ou produtivo, deve existir algo que limite seu crescimento, caso contrário o sistema iria consumir tudo que se encontra em seu caminho. O recurso que restringe o desempenho do sistema pode ser identificado com a análise do processo, bastando procurar onde estão localizados os estoques de material em processo. Estes estarão localizados em espera para ser processados pela restrição. Outra maneira de identificar a restrição é mensurar a capacidade de cada equipamento ou centro de trabalho, encontrando-se a restrição quando a capacidade de produção for menor que a carga de trabalho necessária nele. Também se pode levar em consideração para encontrar a restrição questionamentos aos funcionários e onde estão sendo necessárias as horas extras (COX III; SPENCER, 2002).

A segunda etapa incide em **decidir como explorar a restrição do sistema**: após identificar o recurso que limita o desempenho do sistema (restrição), deve-se garantir que este seja utilizado em sua capacidade máxima. Deverá unir forças para aproveitar a capacidade existente na restrição que normalmente é desperdiçada por se produzir de forma equivocada, por utilizar regras e procedimentos inadequados. Nessa situação é importante saber que uma hora perdida em uma restrição é uma hora perdida em todo o sistema. Portanto deve-se assegurar que a restrição ocupe-se com os produtos certos para que o ganho seja maximizado. Algumas regras simples podem ser utilizadas para explorar a capacidade da restrição como regular as paradas para o almoço, intervalos, limpezas depois do trabalho, modificações nos turnos e ajustes mais eficientes podem acrescentar tempo de processamento para a restrição (GOLDRATT; COX, 1993).



A terceira etapa do processo de aprimoramento contínuo compreende em **subordinar tudo o mais à restrição do sistema**: nessa fase todos os recursos não restritivos devem juntar esforços para manter o fluxo de produção da restrição, em hipótese alguma deve faltar material a ser processado na restrição. A finalidade é encontrar o nível de trabalho de cada atividade respeitando a capacidade da restrição. Como Goldratt e Cox (1993) ilustram em “A Meta” uma hora ganha em um recurso não restritivo é uma miragem, não acrescentando nada para a meta da empresa. Dessa forma os recursos não restritivos que estão localizados antes da restrição só podem produzir a quantidade que a restrição pode absorver, sendo assim, alguns recursos ficarão ociosos por permanecer subordinados à restrição. Caso os recursos não restritivos venham produzir uma capacidade superior a suportada pela restrição, ocorrerá acúmulo de material esperando processamento na restrição.

A quarta etapa consiste em **eleva a restrição do sistema**: elevar nessa situação significa adquirir mais capacidade para a restrição, podendo ser através de terceirização do processo, compra de outro equipamento, utilizar turno extra na restrição, etc. Nessa etapa não conta eliminar apenas os desperdícios (etapa 2), aqui devemos acrescentar de fato mais capacidade na restrição. Alternativas viáveis devem ser buscadas para investir na restrição, sendo necessário que esse investimento esteja dentro do plano da empresa. Com a elevação da capacidade da restrição, eleva-se a capacidade do sistema no geral, até o momento em que surgirá uma nova restrição, o limitador do ganho (GOLDRATT, 2007).

A quinta e última etapa define que, **se na etapa 4 a restrição foi quebrada, volte para a etapa 1**: nessa etapa deve-se evitar que a inércia interrompa o processo de aprimoramento contínuo. Como esperado na etapa anterior a restrição foi quebrada e em consequência outra restrição deve aparecer, porque se a restrição continuamente for elevada em algum momento a restrição será transferida para outro recurso. Assim como uma nova restrição apareceu o processo não pode parar então será necessário voltar a etapa 1 e continuar com o melhoramento contínuo (COX III; SPENCER, 2002).



3.4 A PROGRAMAÇÃO TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC)

A programação da produção TPC foi desenvolvida com o objetivo de promover um processo de subordinação e sincronização entre os diversos recursos que compõem o sistema de produção. A ideia de subordinação reside no fato de que havendo uma restrição no sistema devem-se subordinar todos os demais recursos não restritivos ao recurso que é a restrição atual, pois a restrição não pode parar, principalmente por falta de material para processar (GUSMÃO, 1998).

A lógica dessa programação define que em qualquer empresa existem apenas alguns recursos com restrições de capacidade, e o método TPC reconhece que será essa restrição que vai impor o limite de produção da fábrica inteira, esse recurso, que é o gargalo, será então considerado o Tambor, sendo ele responsável por dar o “ritmo” da produção da fábrica (COUSSEAU, 2003).

Localizado o recurso restrição – o gargalo – os recursos que antecedem o mesmo serão “puxados” com um ritmo igual ou um pouco superior ao ritmo do gargalo. Após o gargalo, os componentes serão “empurrados” até o final do sistema de produção. Por isso o Tambor deve ser protegido quanto aos eventuais problemas que possam ocorrer nas máquinas que antecedem o mesmo, como quebras, falta de matéria-prima, variabilidade de tempos de processo, problemas de qualidade, etc. (GOLDRATT; FOX, 1992).

Será necessário estabelecer um estoque de segurança na frente do recurso-restrição para manter o gargalo trabalhando, mesmo que ocorra alguma interrupção nas máquinas antes do gargalo. Esse estoque é chamado de Pulmão, ele garantirá certo tempo de abastecimento do gargalo, de modo que se possam corrigir as perturbações que ocorreram nas operações antes do gargalo. Seu dimensionamento está diretamente relacionado com o grau de confiabilidade das operações que antecedem a restrição (COX III; SPENCER, 2002).

Deve-se limitar a quantidade de matéria-prima que será entregue ao processo, para assegurar que o inventário não cresça além do que foi definido pelo pulmão.

A Corda deve prender o recurso-gargalo com a operação inicial para liberar somente a quantidade de material que o recurso-gargalo tem capacidade de



processar, ou seja, a corda tem papel fundamental na decisão da quantidade de material que será processado e a quantidade de material acabado que sai do sistema (GOLDRATT; FOX, 1992). A Figura 2 mostra de forma esquemática e simplificada o método TPC.

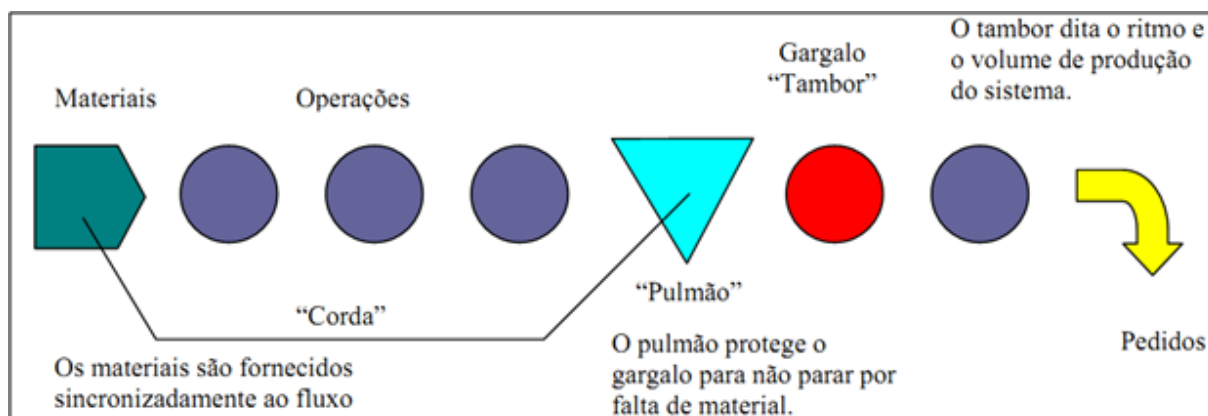


Figura 2 – Ilustração do método Tambor-Pulmão-Corda.
Fonte: COUSSEAU, 2003.

A constante busca para reduzir os pulmões e aumentar a capacidade do gargalo é muito lucrativa. Deve-se focar na redução das interrupções e, posteriormente, balancear o fluxo da produção para consequentemente aumentar o ganho da empresa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Chizzoti (2005) a coleta de dados é a etapa da pesquisa que exige um grande volume de tempo e trabalho para se reunir as informações necessárias. Implica na organização cuidadosa da técnica e a elaboração de instrumentos adequados.

Os dados coletados no trabalho foram de três tipos: primários, secundários e terciários:

a) **Primários:** ocorreram entrevistas parcialmente estruturadas com os responsáveis pelo setor de produção da empresa e com os funcionários que trabalham na produção. Gil (2002) comenta que a entrevista parcialmente



estruturada vai explorando ao longo do seu curso os pontos de interesse do entrevistador assim se mantendo no foco em questão.

b) **Secundários:** foram analisados documentos relacionados com os equipamentos, documentos provenientes dos fabricantes dos equipamentos, etc. Segundo Severino (2007) a pesquisa documental tem como fontes documentos no sentido mais amplo, como jornais, fotos, filmes, documentos legais, manuais, catálogos, a partir do qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise, pois ainda não tiveram nenhum tratamento analítico;

c) **Terciários:** foram coletados dados por meio da observação não participante do processo de produção para identificar e coletar informações relevantes para o estudo como fluxo de produção, estoque em processo, paralisação por quebras, etc. Marconi e Lakatos (2008) comentam que a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Esses mesmos autores explicam que na pesquisa não participante o pesquisador toma contato com a realidade estudada, mas sem interagir com ela, presencia o fato, mas não participa dele, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado. No caso desta pesquisa, o acadêmico frequentou as instalações industriais no processo de beneficiamento do arroz, por um determinado tempo não sendo permitido modificar ou propor mudanças.

Os dados coletados foram organizados através da ferramenta computacional Microsoft Excel[®] 2010 e analisados através dos princípios da Teoria das Restrições para servirem de suporte na aplicação das 5 etapas do processo de focalização ou processo de aprimoramento contínuo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Será apresentado na Figura 3 um quadro com as informações discutidas neste capítulo, mostrando uma comparação entre a situação atual da empresa e as propostas obtidas com o uso da TOC.



Etapas do Processo de Aprimoramento Contínuo	Situação Atual	Situação Proposta
1 – Identificar a Restrição	Existe uma noção sobre quem é a Restrição do sistema.	As Restrições do sistema são as operações de Brunição e Polimento
2 – Explorar a Restrição	A Restrição é tratada como qualquer outra operação do sistema.	Atenção especial na Restrição para elevar sua capacidade através de Reforma dos Equipamentos, Melhoria da Manutenção e da Alimentação do gargalo.
3 – Subordinar tudo o mais à Restrição	O suporte é dado de forma individual para cada operação.	A produção do sistema está diretamente ligada com a produção da restrição, com a implantação da Programação Tambor-Pulmão-Corda.
4 – Elevar a Restrição	Nenhum projeto está programado. A capacidade da Restrição (Brunição e Polimento) é 4000 kg/h.	Elevou-se a Restrição com a aquisição de novos equipamentos. A capacidade passou para: Brunição 8000 kg/h e Polimento 8100 kg/h.
5 – A Restrição foi quebrada?	Nenhuma atividade está sendo realizada para chegar nessa situação.	Sim. Agora a nova restrição passou a ser a etapa de classificação, com capacidade de 5400 kg/h.

Figura 3 – Quadro comparativo entre situação atual e proposta.
Fonte: O autor.

Em certo momento o processo de aprimoramento contínuo não encontrará mais restrições físicas no sistema, pois a demanda da empresa será alcançada, portanto uma nova etapa se apresenta tornando necessário encontrar as restrições não físicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades operacionais de Brunição e Polimento foram identificadas como sendo as restrições do sistema de beneficiamento de arroz estudado, devido apresentar uma capacidade para produção dos produtos menor que as outras atividades, sendo demonstrado através do mapeamento do processo industrial.

O segundo passo do processo de aprimoramento contínuo foi a exploração da restrição, em que um programa para melhoria da utilização da restrição foi proposto. A implantação deste programa teve por objetivo um aumento na



capacidade de produção do gargalo, sendo que em alguns casos a aplicação deste segundo passo possibilitou alcançar a demanda requerida pela empresa. Quando isso não ocorrer, a melhoria da restrição representa que a empresa avançou um patamar em direção a sua meta.

A proposta para aplicar um plano de ação aumentando assim a utilização da operação gargalo e conseqüentemente aumentar o ganho da empresa, obviamente deverá ser acompanhada com um respectivo aumento de despesas, entretanto a vantagem desta proposta foi evitar melhorar a utilização de todas as atividades do processo, como é feito normalmente pelas empresas. A Teoria das Restrições propicia a melhoria daquilo que realmente precisa melhorar para a empresa aumentar o seu ganho.

Após a exploração do gargalo do sistema, a pesquisa determinou qual deveria ser o comportamento das demais atividades anteriores e posteriores à restrição, que se denomina etapa de subordinação. A ideia principal foi determinar que as operações de produção anteriores à restrição deveriam produzir somente a quantidade necessária para que em hipótese alguma pudesse faltar produto para abastecimento da restrição. Para as operações posteriores a preocupação foi em não deixar o gargalo parar por impossibilidade de equipamentos para processar o material que já tinha passado por ele. Assim os pulmões propostos para serem colocados antes e após a restrição estariam garantindo um total funcionamento da mesma. Uma comunicação automatizada foi proposta para garantir uma comunicação em tempo real e integral entre a restrição e as etapas da produção responsáveis por abastecer o pulmão que irá garantir uma total alimentação da restrição. Com isso a produção será otimizada e sincronizada para as demais atividades operacionais reduzindo inventários, reduzindo as despesas operacionais e aumentando o ganho da empresa.

Na quarta etapa do processo de aprimoramento contínuo foi abordada a substituição dos equipamentos atuais para realmente elevar a restrição do sistema. Foi procurado com o fornecedor se existiam equipamentos com a mesma função dos atuais, mas com capacidade maior para aumentar de forma significativa à produção na atividade gargalo. Com isso a capacidade da empresa que antes era de 4000 kg/h de beneficiamento passou para 5400 kg/h, um aumento considerável



de 1400 kg/h, agora a produção passa a ser limitada pela nova restrição, a operação de classificação.

O processo de elevação possibilitou à empresa investir o capital em um projeto que realmente aumentará o ganho da empresa criando mais valor. O processo de aprimoramento contínuo indica que a inércia não pode tomar conta da empresa, logo o processo de melhoria e focalização deve continuar para quebrar essa nova restrição que surgiu.

7. REFERÊNCIAS

BARATA, Tiago S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil**: um estudo na região metropolitana de Porto Alegre. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2005. 164 p.

COUSSEAU, Valter Lino. **Aplicação de um método de implantação da manutenção produtiva total a partir da ótica da Teoria das Restrições na linha de fabricação de painéis da Tramontina Farroupilha S.A.** 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COX III, James F; SPENCER, Michael S. **Manual da teoria das restrições**. Tradução Fernanda Kohmann Dietrich. Porto Alegre: Bookman, 2002. 280 p.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/index.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

FERREIRA, A. H. **Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Administração das Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Meta na prática**: livro de exercícios da TOC. São Paulo: Nobel, 2007.



GOLDRATT, Eliyahu M. **Corrente crítica**. Tradução Thomas Corbett Neto. São Paulo: Nobel, 1998. 260 p.

GOLDRATT, Eliyahu M; COX, Jeff. **A Meta**: um processo de aprimoramento contínuo. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1993. 318 p.

GOLDRATT, Eliyahu M; FOX, Robert E. **A Corrida pela vantagem competitiva**. Editora Imam, São Paulo, 1992.

GUERREIRO, Reinaldo. **A meta da empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 133 p.

GUSMÃO, Sergio Luiz Lessa de. **Um modelo conceitual para integração do Just-in-time com a Teoria das Restrições em pequenas e médias empresas industriais**. 1998. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1190&id_pagina=1>. Acesso em: 13 jun. 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 277 p.

MIRITZ, Luciane D. **Diferenciação e diversificação na agroindústria arrozeira do Rio Grande do Sul**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SANTOS, Osvaldo L. J. dos. **Aplicação da teoria das restrições para otimização dos sistemas de produção em uma empresa do setor químico**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo, SP: Cortez, 2007. 304 p.