



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARIA WALNEIDE BARROS DE CASTRO GADELHA

**GESTÃO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: O CASO DAS MINI
USINAS DO INSTITUTO CENTEC**

JOÃO PESSOA
2011

MARIA WALNEIDE BARROS DE CASTRO GADELHA

**GESTÃO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: O CASO DAS MINI
USINAS DO INSTITUTO CENTEC**

Dissertação submetida à apreciação da banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção

Subárea: Planejamento da produção.

Professor orientador: Prof. Dr. Márcio Botelho da Fonseca Lima

João Pessoa
2011

G124g Gadelha, Maria Walneide Barros de Castro

Gestão de produção de biodiesel: o caso das mini usinas do Instituto CENTEC / Haline Cordeiro Rodrigues – João Pessoa, 2011.

109f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Botelho da Fonseca Lima

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGEPP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/ CT - Centro de Tecnologia/ UFPB - Universidade Federal da Paraíba.

1. PCP 2. Biodiesel 3. Gestão da Produção I. Título.

CDU 658.5(043)

MARIA WALNEIDE BARROS DE CASTRO GADELHA

**GESTÃO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: O CASO DAS MINI
USINAS DO INSTITUTO CENTEC**

Dissertação julgada e aprovada em de de 2011 como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Márcio Botelho da Fonseca Lima, Dr.
Universidade Federal da Paraíba-UFPB
Orientador

Prof. Antonio de Melo Vilar, Dr.
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Examinador Externo

Prof. João Medeiros Tavares Júnior, Dr.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
Examinador Externo

Ao meu querido esposo e amigo José Façanha.
Aos meus filhos e neto Raphael Hallan , Raphaela, Renata e Eduardo.
Dedico com amor.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao Pai Celeste que tem me dado força para seguir em frente nesta caminhada sublime que é a vida em busca sempre da harmonia, perfeição e esperança de construção de um mundo solidário, fraterno e cada vez melhor.
- Dedico em especial este trabalho a meu esposo Façanha, pelos inúmeros puxões de orelha, que sempre soaram como incentivo e apoio e, o melhor de tudo, sempre me cobrou para que eu continuasse e concluísse.
- Agradeço aos meus pais Waldemar (*in memorian*) e Maria de Barros a que me deram a oportunidade de estar aqui neste momento tão singular e importante para minha formação.
- Aos meus irmãos pelas diversas e constantes formas de apoio.
- Agradeço a minha família que é o melhor patrimônio que tenho e o suporte de toda a vontade de viver, que também é uma dádiva de Deus.
- Quero fazer um agradecimento especial aos meus filhos, Raphael, Raphaela, Renata e Eduardo o meu neto, que me ajudaram muito na montagem deste trabalho os quais constitui um dos pilares de sustentação da minha vida.
- Ao professor Dr, Márcio Botelho, meu orientador, por ter aceitado o desafio de me orientar, acreditando no mérito desta pesquisa, e por me ajudar a concluir com sucesso mais esta etapa.
- Quero também agradecer a meu Prof. Dr. Antonio de Mello Villa, pela dedicação e empenho na execução deste trabalho, pois não mediu esforços e esteve sempre à disposição, quando foi solicitado, nas orientações desta dissertação.
- Um muito obrigado ao meu amigo e co-orientador Prof. Dr. João Tavares Medeiros Junior pelo aprendizado e dedicação por esses meses que trabalhamos juntos, e também pela sua compreensão e profissionalismo.
- Quero agradecer a Prof.^a Dra. Renata Jorge Vieira pela grande contribuição dada na confecção desta dissertação. As suas sugestões aqui dadas foram muito importantes.
- Agradeço aos ilustres membros da Banca de Avaliação por aceitar integrá-la.
- Agradeço a todos os demais professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba com os quais pude obter valiosos conhecimentos,

- Quero agradecer também aos colegas e amigos que conquistei nesta longa trajetória de vida, pois de alguma forma contribuíram, alguns mais e alguns menos, mais o importante é que há aqui a contribuição de cada um deles na realização deste trabalho.
- Aos meus colegas e companheiros de turma pela amizade e ajuda.
- Várias pessoas me auxiliaram neste trabalho, principalmente a Bena minha cunhada e Leonardo e Bruno meus (genros) e Luma minha (nora), Wyllame um grande amigo. Nada na vida conquistamos sozinhos. Sempre precisamos de outras pessoas para alcançar os nossos objetivos. Muitas vezes um simples gesto pode mudar a nossa vida e contribuir para o nosso sucesso.
- E finalmente, agradeço a todos que me ajudaram direto ou indiretamente para o desenvolvimento deste projeto. Um MUITO OBRIGADO a todos vocês!

Alguns criticam o programa do biodiesel, falando que se trata de um combustível mais caro do que o diesel mineral. A esses pergunto: “quanto custa ao País à poluição de nossas cidades agredindo o meio ambiente, a qualidade de vida, a saúde da população? Quanto custa o desemprego”? E acrescento, caro é a nossa pobreza, é a esmola que se pratica, é a poluição de nossas cidades, é a violência oriunda da falta de trabalho. O que está em jogo é essa brutal concentração de renda, é o combate à pobreza pela geração de trabalho, é o resgate da cidadania de milhões de excluídos.

Deputado Federal **Ariosto Holanda**
Relator do Estudo

RESUMO

Países desenvolvidos e em desenvolvimento vêm discutindo a produção de biocombustíveis como forma de substituir os derivados do petróleo tanto no contexto da sustentabilidade quanto no domínio da economia. Nesse sentido, esta dissertação buscou investigar como a gestão da produção em mini usinas de extração de óleo e produção de biodiesel, com base na agricultura familiar, está monitorando seus processos e contribuindo para o desempenho da empresa em estudo, considerando especialmente as questões relacionadas ao planejamento e controle da produção (PCP). Neste trabalho, delineado na forma de estudo de caso, foi realizada adicionalmente uma pesquisa bibliográfica na área de gestão da produção. Como ferramentas de estudo, foram utilizadas a observação direta, a entrevista não estruturada com os técnicos e a pesquisa documental. Por conseguinte, essas atividades de campo permitiram um melhor conhecimento sobre a gestão da produção daquelas mini usinas. Os resultados desta pesquisa indicaram que essa gestão poderia ser mais eficaz caso dispusesse de recursos suplementares em matéria de finanças e de matéria prima. Além disso, agrupando-se esses resultados com as observações diretas e com as informações técnicas de produção, concluiu-se que a gestão da produção na mini usina é ineficaz, necessitando de um sistema de (PCP) apropriado, para a obtenção de uma maior produtividade.

Palavras-chave: PCP. Biodiesel. Gestão da Produção.

ABSTRACT

Countries in development and developed countries are discussing the production of bio combustibles as a way to replace petroleum products both in the context of sustainability and in the domain of economics. Accordingly, this dissertation sought to investigate how the production management of the mini plants of oil extraction and bio-diesel production, based on family farms, is monitoring its processes and contributing to the company's performance in study, especially considering the issues related to the Planning and Control of the Production (PCP). In this work, outlined in the form of case study, additionally has been carried out a bibliographic search in the production management domain. As study tools, they were used the direct observation, the unstructured interview with technicians and the documental research. Therefore, these field activities allowed a better knowledge about the production management of those mini plants. The results of this research indicated that this management could be more effective if it had additional resources regarding finances and raw materials. In addition, ganging up these results with the direct observations and technical information about production, it is concluded that the production management in the mini power plant is inefficient, requiring an appropriate system of PCP to allow a greater productivity.

Keywords: *Production Control and Planning. Biofuels. Production Management.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fase do trabalho de pesquisa	61
Figura 2 - Fluxo da extração de óleo vegetal	69
Figura 3 - fluxograma com simbologia dos componentes da miniusina de extração de óleo vegetal	72
Figura 4 - Caldeira horizontal	73
Figura 5 - Conjunto cozinhador e prensa (Tauá –CE)	74
Figura 6 – Degomador.....	75
Figura 7 - Filtro-prensa	76
Figura 8 - Desumidificador de óleo.....	77
Figura 9 - Processo de produção do biodiesel.....	79
Figura 10 - Fluxograma do processo de produção do biodiesel.....	80
Figura 11 - Desumidificador de óleo (DES-O), desumidificador de biodiesel (DES-B)	81
Figura 12 - Reação de transesterificação do óleo vegetal	82
Figura 13 - Reator de transesterificação	82
Figura 14 - Tanque de preparo do catalisador (TPC) e tanque de lavagem de biodiesel (TLB).....	83
Figura 15 - Tanques de decantação para separação das fases	83
Figura 16 - Tanque de fase leve (TFL)	84
Figura 17 - Centrífuga	84
Figura 18 - Filtro-prensa	85
Figura 19 - Filtro-prensa aberto	85
Figura 20 - Evaporador de metanol (EVA) e coluna de recuperação de metanol (CRM)	86
Figura 21 - Esquema do funcionamento da centrífuga.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas no departamento de vendas	39
Quadro 2 - Variáveis e indicadores do estudo.....	63
Quadro 3 - Rendimento em óleo de diversas oleaginosas	67
Quadro 4 - Levantamento dos tempos médios do processo de extração.....	92
Quadro 5 - Levantamento dos tempos médios do processo de produção biodiesel.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Expectativa de produção de oleaginosas no Ceará - safra 2009.....	89
Tabela 2 - Expectativa de produção de mamona no Ceará - safra 2009.....	89
Tabela 3 - Previsão de vendas	91
Tabela 4 - Cálculo da previsão de carga de trabalho	92

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema	14
1.2 Importância do Trabalho	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Limitações da pesquisa	17
1.5 Estrutura do trabalho	18
 CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	 19
2.1 Planejamento e Controle da Produção (PCP)	19
2.1.1 Administração dos estoques	25
2.1.2 Suprimento	33
2.2 Administração Sistêmica	35
2.3 Sistemas de Administração da Produção	36
2.3.1 Ciclo do Sistema de Produção	38
2.3.2 Modelo do Sistema de Produção	40
2.3.2.1 Subsistemas de Produção	41
2.4 PLANEJAMENTO AGREGADO	41
2.5 PLANO MESTRE	42
2.5.1 Questões Estratégicas para Gestão do Plano Mestre	44
2.5.2 Programação da produção	46
2.5.3 Acompanhamento da produção	47
2.5.4 Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP)	48
2.7 GESTÃO DA PRODUÇÃO	53
2.8 GESTÃO DE PROCESSOS CONTÍNUOS E POR BATELADA	56
 CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA PROPOSTA	 59
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	59
3.2 CENÁRIO DA PESQUISA	60
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	60
3.4 ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA	61
3.4.1 Investigar o conhecimento disponível	61
3.4.2 Conhecer a gestão da produção	62
3.4.3 Comparar com a teoria	62
3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	63
3.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO	63
 CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	 64
4.1 INFORMAÇÕES DO PROJETO BIODIESEL	64

4.2	PROGRAMA DE BIODIESEL DO INSTITUTO CENTEC	66
4.2.1	Fluxograma do processo do projeto CENTEC para extração de óleo vegetal	68
4.2.1.1	Descrição do processo de extração de óleo vegetal do Projeto de miniusina biodiesel do Instituto CENTEC	70
4.2.2	Simbologia do fluxo do processo de extração de óleo vegetal das miniusinas	71
4.3	DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA MINIUSINA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS	73
4.4	FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL DO PROJETO CENTEC.....	78
4.4.1	Fluxograma do processo de biodiesel das miniusinas.....	79
4.4.2	Descrição do processo de produção de biodiesel	81
4.4.3	Descrição dos equipamentos da miniusina de biodiesel	87
4.5	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA MINIUSINA ..	89
4.5.2	Capacidade instalada de uma miniusina.....	89
4.5.4	Controle de estoque de matéria prima e produtos	91
4.5.5	Previsão de vendas	91
4.5.6	Previsão de carga de trabalho.....	92
4.5.7	Programação da produção na fase de extração de óleo.....	92
4.5.7.1	Controle da produção de óleo.....	93
4.5.8	Programação da produção na fase de biodiesel	93
4.5.8.1	Controle da produção de biodiesel	94
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
4.6.1	Considerações quanto ao controle de estoque	94
4.6.2	Considerações quanto à previsão de venda.....	94
4.6.3	Considerações quanto à carga de trabalho	95
4.6.4	Considerações quanto ao planejamento e controle da produção	95
4.6.5	Considerações quanto ao gerenciamento da miniusina.....	95
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO		97
5.1	CONCLUSÕES	97
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	99
REFERÊNCIAS.....		100
APÊNDICES		106
APÊNDICE A - Questionário 1.....		107
APÊNDICE B - Questionário 2.....		108

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A nova conjuntura quanto à questão da gestão exige que as empresas e organizações acompanhem de maneira eficiente e eficaz o gerenciamento dos processos no chão-de-fábrica, na busca de uma melhoria contínua. Desta forma, é possível que se tenha controle dos processos e a consequente melhoria na qualidade de serviços e produtos.

A análise e o controle constante das atividades de chão-de-fábrica permitem definir um gerenciamento de processo afinado com os objetivos da empresa.

O gerenciamento de processo com base nos novos paradigmas de produção, num mercado competitivo e globalizado, exige dos gestores ações adequadas aos novos padrões. Isto significa conduzir as ações de chão de fábrica de acordo com as mudanças e necessidades de mercado, estruturando-se e adequando-se rapidamente aos novos paradigmas.

Atualmente, o gerenciamento de processos tem sido considerado como elemento fundamental para que se alcancem os questionamentos da gestão da qualidade, tendo em vista que o controle do processo leva a gestão da qualidade. Os desafios hoje estão intimamente relacionados com as profundas transformações de mercado ocasionadas pela velocidade com que têm sido gerados os novos produtos e conhecimentos e pela competitividade globalizada.

Esta realidade é um desafio para as mini-usinas de extração de óleo e produção de biodiesel que estão sendo criadas no Ceará, já que as mesmas devem nascer sob o enfoque de uma gestão de processos e controle de produção e sob a perspectiva da competitividade do mercado, considerando as políticas de governo para apoiar a produção de oleaginosas e o agregar valor a produção da agricultura/familiar. Tudo isso é realizado com o intuito de melhor sobreviver diante das mudanças e ações no campo gerencial, econômico e tecnológico.

Administrar e gerenciar a produção constitui-se em uma tarefa primordial, para que se possam identificar possíveis falhas no processo de produção no

contexto em que estão inseridas as mini-usinas de extração de óleo e produção de biodiesel.

O presente trabalho tem origem baseada no interesse da pesquisadora sobre o tema, bem como na necessidade do Instituto CENTEC em verificar como se encontram organizados os dirigentes e organizações que vão ficar à frente dos trabalhos de administração da produção destas mini usinas.

Destaca-se também o fato de que o processo de gestão da produção possui nas mini usinas particularidades como: no início do processo de transformação (extração de óleo) tem-se um processo contínuo e as etapas de produção de biodiesel o processo é por bateladas.

A existência de um modelo que atenda à gestão da produção das mini usinas baseado nas necessidades dos dirigentes e da técnica de gestão da produção também são fatores que motivam uma pesquisa para o embasamento de uma estrutura de processo na cadeia produtiva.

Outro fator importante a ser levado em consideração encontra-se na falta de um modelo ou sistema de gestão definido que considere as particularidades das mini usinas, que leve em consideração a potencialidade do Instituto CENTEC e seus colaboradores que atuaram como colaboradores em cada unidade.

Ressalta-se ainda a importância do projeto possuir uma gestão da produção dentro dos conhecimentos da Engenharia da Produção, do planejamento e controle objetivando o sucesso dos investimentos.

Baseado no exposto e para se delinear um quadro sobre a gestão da produção nas mini-usinas de biodiesel, é essencial o conhecimento da questão:

Como se procede a gestão da produção na mini usina de biodiesel do Instituto CENTEC no Ceará?

1.2 IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

No início do século XX, o mundo atravessou uma fase que se caracterizava pela utilização de combustíveis fósseis, principalmente carvão e petróleo, como fontes de energia, induzindo, por um lado, a humanidade a uma crise ambiental, uma vez que a queima dos combustíveis fósseis destrói a camada de

ozônio e aquece a terra; e, por outro lado, a uma crise energética, porque os combustíveis fósseis são recursos naturais não-renováveis.

O uso intensivo dos combustíveis derivados do petróleo tem feito seu preço no mercado mundial ter uma elevação significativa. Portanto, para que os combustíveis derivados de biomassas serem economicamente competitivos, mesmo considerando fatores ambientais, faz-se necessário atuar sobre a tecnologia de processos de fabricação e da gestão da produção para que os mesmos se tornem economicamente competitivos, devendo-se considerar também as questões de políticas públicas no setor.

A literatura mostra que a melhoria contínua do processo tanto em tecnologia como em gestão da produção tem sido ponto de alavancagem de ganhos de competitividade das empresas para suas sobrevivências (SLACK, 1993, HARRITON, 1993; MORREIRA, 1999)

Nesta conjuntura, é fundamental que a biomassa seja entendida como mercadoria proveniente de recursos naturais, produzida em condições sustentáveis e que se constitui em matéria prima vital para a indústria e a agricultura.

No modelo de desenvolvimento onde o Agronegócio tem relevante papel econômico e social, faz-se necessário que, atrelado ao seu crescimento sejam gerados estudos nas fases industriais que agreguem valor aos processos industriais e de gestão da produção.

A posição de destaque que o biodiesel, e em particular o BDMA (Biodiesel da mamona) ocupa agora na política energética governamental, está impulsionando a recuperação do Agronegócio da mamona no Brasil, em especial na região Nordeste, por possuir mais áreas disponíveis para agricultura do que as regiões Sul e Sudeste. Porém, são vários os desafios a enfrentar para viabilizar a produção, distribuição e comercialização do BDMA em bases sustentáveis e competitivas. Um grande desafio é a articulação sistêmica de todos os agentes de sua cadeia produtiva (SEAGRI, 2003a).

Destacam-se também os estudos que devem ser elaborados no tocante a tecnologias e gestão da produção para otimizar os processos e promover a melhoria contínua, e que venham agregar valor no sistema de produção.

Estudos da gestão da produção permitirão que se venha agregar valor aos sistemas produtivos das mini-usinas, com ganhos operacionais e de economia

com mão de obra, energia, materiais, e demais elementos que compõem o processo de transformação.

A próxima seção apresenta os objetivos propostos para o trabalho considerando sua relevância e as necessidades de acompanhamento de um programa desde o início de suas atividades.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a gestão da produção da mini usina de biodiesel no Ceará.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar o conhecimento disponível sobre gestão da produção;
- Conhecer a gestão da produção nas mini usinas de biodiesel e sua interface com as estratégias empresariais adotadas.
- Comparar o sistema de gestão da produção nas mini usinas estudadas com a teoria disponível.

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Considerando que o tema gestão da produção aplicada em mini usinas possui particularidades, faz-se necessário delimitar o trabalho:

- O trabalho não busca criar nenhum novo modelo de gestão da produção associado a programa de cunho social ou empresarial;
- Os dados levantados na pesquisa de campo são de responsabilidade do pesquisador, de acordo com o informado pelos coordenadores do programa biodiesel do CENTEC
- Quanto à questão temporal tem-se a importância do funcionamento das mini-usinas e produção de grãos de mamona;
- Quanto à metodologia de pesquisa esta se encontra limitada a investigar como os sistemas de produção e gestão contribuem para o funcionamento das mini-usinas.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos:

- No capítulo 2: apresenta-se a fundamentação teórica com os temas relacionados a Planejamento e Controle da Produção (PCP), gestão da produção e biodiesel, levantados dentro do estado da arte, de maneira que permitam dar suporte para o desenvolvimento da metodologia e do trabalho de campo;
- No capítulo 3: tem-se a metodologia de pesquisa científica adotada no desenvolvimento do trabalho. Destacam-se as etapas, as fases e os passos adotados para a realização do trabalho;
- No capítulo 4: mostra-se a aplicação e o estudo de caso com o relato dos resultados e análise das propostas de gestão da produção;
- No capítulo 5: apresentam-se as conclusões da dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os principais estudos na área do trabalho, mostrando conceitos e discussões sobre PCP, Gestão da Produção e produção de Biodiesel. Ressalta-se que os assuntos tratados são de forma abrangente e conceitual.

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

A eficiência com a qual uma empresa produz seus bens e serviços depende fundamentalmente, do custo do produto determinado em grande parte pela eficiência do seu sistema produtivo, afetando, sobremaneira, o sucesso da organização (CARDOSO, 1998).

O PCP (Planejamento e controle da produção) é aquele departamento responsável pela coordenação dos vários departamentos da fábrica, com vista ao bom atendimento das solicitações do departamento de vendas que lhe são encaminhadas, cabendo-lhe providenciar que as mesmas sejam atendidas no prazo e quantidade exigidas. (VILLAR, 2008).

O PCP é uma função administrativa relacionada com o planejamento, direção e controle do suprimento de matéria-prima, peças e componentes e das atividades do processo de produção de uma empresa. Segundo o Villar (2008), o PCP em sua forma mais complexa e exerce cinco funções a fim de cumprir sua missão:

- Gestão de estoque,
- Emissão de ordens,
- Programação de ordens de fabricação,
- Acompanhamento da produção.

Desta forma, as organizações operam na busca do aperfeiçoamento de seus Sistemas de Administração da Produção, considerados por Paladini (1995) como a essência dos processos produtivos.

Para Corrêa, Giansesi e Caon (2001), os sistemas de administração da produção devem apoiar o tomador de decisão no que se refere a:

- planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização;
- planejar os materiais comprados;
- planejar os níveis adequados de estoque;
- programar as atividades de produção;
- informar corretamente a situação corrente dos recursos;
- ser capaz de informar os menores prazos aos clientes; e
- reagir eficazmente às mudanças do mercado.

O PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional. Corroborando com esse ponto de vista Machline et al (1990), destaca que o PCP “visa prever e mobilizar todos os recursos necessários à produção, nos prazos certos, das quantidades certas de produtos”.

Segundo Slack *et al.* (1996), o Planejamento e Controle têm como propósito garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve. Na mesma linha de pensamento Motta (1987) ressalta que o objetivo do PCP está em fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para o seu controle.

Tubino (1997) considera que o PCP é responsável pela coordenação e aplicação de recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível os planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional. Contribuindo com esse pensamento Slack et al (1999) destaca que outros conceitos e sistemas têm sido desenvolvidos, os quais reconhecem também a importância de se planejar levando em conta restrições de capacidade.

Para Erdmann (2000) o PCP pode ser dividido em duas grandes etapas: 1ª) Planejamento e 2ª) Programação e Controle.

Dentro da etapa de Planejamento há três sub-etapas, que são:

- a) o projeto do produto,
- b) o projeto do processo
- c) a definição de quantidades a produzir.

Na etapa de Programação e Controle existem outras cinco sub-etapas:

- a) a definição da necessidade de produtos finais;
- b) o cálculo das necessidades de materiais;
- c) a definição de prazos, capacidades e ajustes;
- d) a liberação das ordens;
- e) o controle.

As sub-etapas do Planejamento da Produção são:

- a) Projeto do produto:** para Erdmann (2000), produto é o que deve resultar de um sistema de produção, para ser oferecido aos consumidores e assim satisfazer suas necessidades e expectativas. Slack et al. (1999) afirmam que o objetivo do projeto do produto é satisfazer as necessidades dos clientes; e que sendo um projeto de transformação, começa com um conceito e termina na tradução desse conceito em uma especificação de algo que pode ser produzido.
- b) Projeto do processo:** ainda dentro do planejamento da produção, é necessária uma descrição de como o produto será produzido; a sequência das etapas de produção; as matérias-primas utilizadas; a quantidade a utilizar; a procedência (opcional); a unidade em que é comercializada; o preço corrente; a utilização da mão-de-obra; as máquinas, os acessórios, as ferramentas utilizadas e o tempo gasto com cada operação (RUSSOMANO, 1995; ERDMANN, 1998; COSENTINO, 1999).
- c) Definição de quantidade a produzir:** Visa Dimensionar a quantidade a produzir em longo prazo, do tamanho da área produtiva (necessidade de máquinas e equipamentos, pessoas, instalações/espço), para melhor tendência do mercado. Moreira (1998) afirma que a projeção da demanda busca informações acerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. Já a determinação da capacidade produtiva é a quantidade máxima que um bem ou serviço pode ser produzido, numa unidade produtiva.

Erdmann (2000) cita que as estimativas das quantidades de produtos a serem produzidos não podem apenas basear-se na capacidade produtiva, mas

principalmente na demanda, uma vez que o mercado dita as regras, o que é também evidenciado por Cosentino (1999).

A atividade de Programação da produção determina o cronograma, mostrando em que momentos os trabalhos devem começar e quando deveriam terminar. Programação e o Controle são ações que alcançam períodos mais curtos e por isso são mais precisos (ERDMANN, 1998; SLACK et al., 1999).

A Programação, com base nas informações sobre vendas, linhas de produtos, capacidade produtiva, planejamento do processo produtivo e estoques existentes determina onde, por quem, quando, com que materiais, o que e quanto (mais direcionado ao curto prazo) produzir (ERDMANN, 1998).

O controle da produção complementa o sistema PCP, pois, segundo Erdmann (1998) e Zaccarelli (1987), verifica se os recursos da produção estão sendo eficientemente utilizados, além de elaborar correções necessárias para o cumprimento dos prazos previstos, fazer relatórios para a alta administração e dar informações para outras seções e clientes sobre o andamento dos trabalhos.

As etapas que compõem a Programação e Controle da Produção são as seguintes:

- a) **Definição da necessidade de produtos finais:** para Cosentino (1999), este é o ponto de partida da programação, que determina qual, quanto e quando o produto deve ser feito. Inicialmente somam-se as quantidades dos pedidos em carteira acrescentando-se de possíveis lotes adicionais. A partir daí fixa-se a necessidade de produtos finais pela quantidade de pedidos ou suas estimativas. Esta definição deve ser compatível com a capacidade produtiva e suas restrições.
- b) **Cálculo das necessidades de materiais:** este cálculo é utilizado para tornar disponíveis os componentes, as matérias-primas, os materiais de consumo, as peças semi-elaboradas nos tipos, quantidades e datas necessários para a produção, objetivando atender às necessidades de produtos finais e o projeto do produto, com custos e em prazos adequados (ERDMANN, 1998).
- c) **Definição de prazos, capacidades e ajustes:** segundo Cosentino (1999), esta etapa significa enquadrar as ordens de produção no tempo e de acordo com a capacidade da empresa e irá depender do tempo calculado,

entre a efetivação do pedido e a entrega dos produtos encomendados. Para Machline (1994), na definição de prazos, são determinadas as datas e tempos de duração das operações nos diferentes postos de trabalho.

- d) Liberação das ordens:** segundo Zacarelli (1987) esta é a etapa que, em curto prazo, interpreta e executa o programa de produção, verificando a disponibilidade de materiais, as ferramentas e as instruções técnicas para as ordens de fabricação a serem iniciadas. Na liberação das ordens, realiza-se o seqüenciamento que, conforme Slack et al. (1999) e Cosentino (1999), é a tomada de decisão sobre a ordem em que as tarefas serão executadas, levando em consideração a disponibilidade das máquinas, os equipamentos existentes e alguma prioridade dada ao trabalho em uma operação.
- e) Controle:** é o acompanhamento da produção; inicia com a coleta de informações sobre o que foi produzido e quanto de recursos foram utilizados; passa pela comparação entre o realizado e o programado; e finaliza com as correções das divergências verificadas (ZACCARELLI, 1987; RUSSOMANO, 1995; ERDMANN, 1998; COSENTINO, 1999). O controle da produção se subdivide em controle de quantidades e controle da qualidade.

Martins e Laugeni (2005, p. 213) destacam que o PCP é um sistema de transformação de informações, pois recebe informações sobre estoques existentes, vendas previstas, linha de produtos, modo de produzir e capacidade produtiva. O PCP tem como incumbência transformar estas informações em ordens de fabricação.

Para Machline (1981, p. 251), o PCP determina o que vai ser produzido, quanto vai ser produzido, como vai ser produzido, onde vai ser produzido, quem vai produzir e quando vai ser produzido e é composto de dois Subsistemas: o Subsistema de Planejamento e o Subsistema de Controle.

O Subsistema de Planejamento tem a função de planificar e coordenar a utilização dos meios disponíveis, minimizando ou reduzindo totalmente os tempos mortos, as interrupções e o mínimo de estoque em processo. No Planejamento são feitos os planos, ou seja, o que deverá acontecer. São previstas seis ações (o que, quanto, quando, como, onde e quem vai produzir), conforme definiu Machline

(1981). O objetivo final é a organização do suprimento e movimentação dos recursos humanos, utilização de máquinas e atividades relacionadas de modo a atingir os resultados de produção desejados, em termos de quantidade, qualidade, prazos e lugar.

Já o Subsistema de Controle, intimamente ligado ao Planejamento, deverá fazer o acompanhamento, avaliando os resultados e corrigindo os desvios através da comparação entre o programado e o executado, dando ao planejamento segurança operacional e registrando os elementos necessários para a composição do custo de produção, como define Machline (1981).

O planejamento e controle da produção, ao fornecer informações para comandar e controlar o sistema produtivo e proporcionar o *feedback* torna possível uma criteriosa análise, não somente do processo produtivo, mas de toda a empresa, ao comparar o planejado com o efetivamente realizado. Por esse motivo, essas funções são imprescindíveis para qualquer empresa que pretenda sobreviver no ambiente competitivo atual.

O PCP deverá ser específico para cada indústria. Entre os tipos de sistemas produtivos, destacam-se os seguintes os quais segundo Russomano (1979), definem o sistema de PCP a ser utilizado: PCP por fluxo - utilizado na produção contínua; PCP por projetos especiais - utilizado na produção sob encomenda; PCP por ordem - utilizado na produção repetitiva; PCP por Bloco ou Cargas - utilizado em determinadas indústrias.

Para realizar o PCP existem dois pré-requisitos essenciais: o primeiro diz respeito ao roteiro da produção, que irá mostrar como o produto será montado e como as peças serão fabricadas; o segundo trata do planejamento global da produção, que consiste na busca de um programa que concilie as perspectivas de vendas com a capacidade produtiva da fábrica.

Considerando que o PCP atua em todos os níveis em de uma empresa onde se pode verificar que: no nível estratégico são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa; neste nível o PCP participa da formulação do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção. No nível tático são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o Planejamento-Mestre da Produção (PMP). No nível operacional são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos. O PCP então prepara a programação da produção

administrando estoques, seqüenciamento, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, bem como executa o acompanhamento e controle da produção.

Com informações, o PCP exerce as seguintes funções: Emissão de Ordens, Programação e Movimentação das ordens de fabricação, Acompanhamento da produção e Planejamento e controle de estoques.

Há, entre os autores da área, uma certa divergência quanto às fases ou atividades do PCP. Mas, conforme Machiline (1986), a classificação é a seguinte: programação, roteiro, aprazamento, liberação e controle.

Programação: essa primeira fase determina os tipos e as quantidades dos produtos que serão fabricados, baseados nos pedidos recebidos dos clientes, nas previsões de vendas, ou em ambos.

Roteiro: nessa fase determina-se quem fará as operações, onde elas serão feitas e os tempos unitários de fabricação do produto para cada uma das operações.

Aprazamento: nesta fase, determina-se quando será iniciada a produção, quando terminará e, por diferença, quanto tempo levará.

Liberação: Consiste essencialmente na mobilização dos recursos, antes do momento em que a produção deverá ser iniciada, de acordo com os prazos determinados na fase anterior.

Na próxima seção faz-se um detalhamento dos pontos de destaque do PCP.

2.1.1 Administração dos estoques

Um sistema de estoque é o conjunto de políticas e controles que monitora os níveis de produtos armazenados e determina quais níveis deveriam ser mantidos, quando o estoque deveria ser repostado e o tamanho dos pedidos (DAVIS, 2002).

Para Giancesi e Corrêa (2001) deve-se entender forma mais clara que o que se deve buscar incessantemente é não ter um grama a mais de estoques do que a quantidade estritamente necessária estrategicamente. Trata-se de um elemento gerencial essencial na administração de hoje e futuro.

O controle de estoque tem também o objetivo de planejar, controlar e re-planejar o material armazenado na empresa (AROZO, 2001).

A gestão de estoque é uma das atividades coordenadas pelo PCP, com o objetivo de realizar um plano predeterminado. Esta atividade lida com os problemas quantitativos dos materiais sejam eles matérias-primas, materiais em processamento, produtos acabados ou materiais auxiliares, (VILLAR, 2008).

Os estoques são investimentos, que fazem parte do capital da organização e influenciam no seu desempenho financeiro. Além disso, quanto menos capital retido em estoques, maior é a disponibilidade de capital para outros investimentos, tais como ampliação ou modernização das instalações, melhorias nos sistemas administrativos ou no ambiente de trabalho.

Krupp (1997) cita que, quanto maior o estoque, maior o nível de serviço. Ainda segundo o autor, em muitos ambientes, a manutenção de estoques de produtos acabados ou semi-acabados não é permitida.

Corrêa (2001) afirma que as principais definições para gestão de estoques de determinado item referem-se a quando e quanto comprar este item, à medida que ele vai sendo consumido pela demanda. E completando este pensamento Villar (2008) destaca que o estoques tratam das questões de quanto e quanto e quando repor os itens da mesma forma, sejam produtos acabados, materiais comprados ou fabricados internamente e materiais auxiliares. Em outras palavras, é preciso que se defina o momento de re-suprimento e a quantidade a ser re-suprida, para que o estoque possa atender às necessidades da demanda.

Para administrar os estoques, há a necessidade de diferenciá-los quanto às suas importâncias relativas, definir tamanhos de lotes de reposição, estabelecer modelos que permitam operacionalizar seus controles e dimensionar estoques de segurança. A diferenciação dos estoques será obtida empregando-se a classificação ABC de Pareto (TUBINO, 1997).

Segundo Lenard e Roy (1995), o controle de estoque é estudado desde 1913 por Harris ao introduzir a fórmula do lote econômico de compra. A produção tem um ritmo que não deve ser interrompido e o custo de manutenção dos estoques representa capital parado que poderia estar sendo utilizado para outros fins. Para uma organização, a otimização do fluxo de materiais é de vital importância, pois os estoques representam grande parte dos seus custos logísticos.

Krever *et al.* (2003) mostraram em seu estudo que um gerenciamento eficiente de estoques balanceia a disponibilidade de produto, o nível de serviço e os custos de manutenção. A atividade de gerir estoques é de responsabilidade do PCP e seu objetivo básico é não deixar faltar material, sem imobilizar demasiadamente recursos financeiros (VILLAR, 2008).

As empresas trabalham com estoques de diferentes tipos que necessitam ser administrados, centralizados em um almoxarifado, ou distribuídos por vários pontos dentro da empresa. Entre os tipos de estoques principais, podemos citar os estoques de matéria primas, de itens componentes comprados ou produtos em processo, de ferramentas e dispositivos para as máquinas, de peças de manutenção, de matéria indireta (TUBINO, 1997).

Para Villar (2008), uma operação produtiva há vários tipos de estoque regulando as taxas de suprimento e consumo dos respectivos processos fornecedor e cliente, tais como:

- Estoque de matéria-prima: regulam as taxa de suprimento dos fornecedores externos e do consumo no processo de transformação;
- Estoques de Material semi-acabado ou em processo (WIP – *work in progress*): regulam possíveis diferenças de taxas entre etapas dentro do processo de transformação;
- Estoques de produtos acabados: regulam a diferença entre a taxa de produção do processo de transformação e a demanda do mercado;
- Estoques de materiais auxiliares: regulam o processo produtivo mantendo disponíveis esses materiais que não se agregam fisicamente ao produto, mas. São imprescindíveis ao seu funcionamento.

Como foi dito anteriormente, a causa fundamental da existência de estoque é a diferença de ritmo das etapas do sistema de transformação, ou seja, se o suprimento ocorresse exatamente á mesma taxa que a demanda,não haveria estoques.

Com base no plano-mestre de produção e nos registros de controle de estoques a programação da produção está encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos acabados propostos pelo plano (TUBINO, 1997).

Para Tubino (1997), pode-se identificar uma série de funções para as quais estes estoques são criados. Entre elas, as principais são:

- **Garantir a independência entre etapas produtivas:** a colocação de estoques amortecedores entre etapas de produção ou distribuição da cadeia produtiva permite que estas etapas possam ser encaradas como independentes das demais. Por exemplo, estoques de matéria primas permitem que a produção seja protegida de fornecedores que não garantem suas entregas. Estoques de produtos em processo procuram resolver problemas de sincronismo entre postos de trabalho, ou de quebras de máquinas. Estoques de produtos acabados separam a produção das vendas, permitindo que o mercado seja abastecido mesmo que alguma interrupção ocorra na produção;
- **Permitir uma produção constante:** sistemas produtivos que possuem variações sazonais em sua demanda ou suas matérias primas estocam produtos acabados ou matérias primas para evitar que o ritmo de produção sofra grandes saltos nestes períodos. Logo, nos períodos de demanda baixa, procura-se manter um ritmo de produção, gerando-se estoques. Quando a demanda se aquece, vende-se este material estocado, sem alterar a produção. No caso de matérias-primas sazonais, procura-se estocá-las nos períodos de alta oferta para que a produção continue a trabalhar quando esta oferta cair;
- **Possibilitar o uso de lotes econômicos:** algumas etapas do sistema produtivo só permitem a produção ou a movimentação econômica de lotes maiores do que a necessidade de consumo imediata, gerando um excedente que precisa ser administrado. Por exemplo, o transporte de cargas a longa distância só é viável se o veículo transportador for carregado com um volume alto de materiais, logo as empresas com fornecedores distantes tendem a comprar lotes maiores do que suas necessidades imediatas. Internamente, a existência de máquinas com tempos altos de *setups*, ou com um lote fixo de produção (um formo), faz com que os lotes produzidos sejam grandes para absorver seus custos produtivos.
- **Reduzir os *lead times* produtivos:** a manutenção de estoques intermediários dentro dos sistemas produtivos permite que os prazos de

entrega dos produtos possam ser reduzidos, pois ao invés de esperarmos pela produção ou compra de um item, podemos retirá-lo de estoque e usá-lo imediatamente;

- **Como fator de segurança:** variações aleatórias na demanda são administradas pela colocação de estoques de segurança baseados no erro do modelo de previsão. Outros problemas são a quebra de máquinas, o absenteísmo, a má qualidade do que é produzido, uma programação da produção ineficiente, colocação de estoques protetores.

Os estoques são os principais causadores da perda da qualidade total dentro das empresas. Um dos melhores indicadores de desempenho da eficiência dos sistemas produtivos e de suas administrações é análise do giro de estoque. A manutenção de estoque é de difícil quantificação, é a questão de envolvimento e motivação da mão de obra no trabalho quando se está produzindo um item que será estocado (TUBINO, 1997).

A administração dos estoques tem um papel importante a cumprir, pois é responsável pela definição do planejamento e controle dos níveis de estoque. No planejamento e controle dos estoques, há a necessidade de equacionar os tamanhos dos lotes, a forma de reposição e os estoques de segurança do sistema.

Quanto maiores os estoques entre duas fases de um processo de transformação, mais independentes entre si essas fases são, no sentido de que interrupções de uma não acarretam interrupção na outra (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2001). Os autores chamam estes estoques de reguladores, justamente por objetivar regular ou acomodar diferentes taxas (ainda que temporariamente) de oferta (ou de suprimento) e de demanda do item estocado em ambiente de operações produtivas.

A primeira questão relacionada à administração dos estoques é a identificação da importância relativa dos itens que compõem este estoque. A segunda questão abrange a definição do tamanho dos lotes de reposição dos itens por compra ou fabricação. Em seguida, necessitamos estabelecer um sistema de controle de estoques que permita a reposição dos itens dentro deste tamanho de lote (TUBINO, 1997).

A administração dos estoques precisa estabelecer os estoques de segurança que darão conta das variações aleatórias do sistema de controle. A

determinação do tamanho dos lotes de compra ou fabricação é obtida através da análise dos custos que estão envolvidos no sistema de reposição. O melhor lote de reposição, conhecido como “lote econômico”, é aquele que consegue minimizar os custos totais (TUBINO, 1997).

Para Villar (2008), a essência deste modelo é buscar o equilíbrio econômico entre adquirir e manter estoque. O objetivo é definir o lote econômico (LE), ou seja, a quantidade de itens a ser reposta a cada vez que se compra ou fabrica determinado item, de forma a minimizar os custos envolvendo a aquisição e a manutenção de estoques.

O modelo de Ponto de Pedido, hora que se deve comprar de acordo com o LE, consiste em estabelecer uma quantidade de itens em estoque, chamada de ponto de pedido ou de reposição, a qual quando atingida dá partida ao processo de reposição, do item em uma quantidade preestabelecida (TUBINO, 2000).

Para Tubino (2000), existem três componentes de custo associados ao processo de reposição e armazenagem dos itens: os custos diretos, os custos de manutenção de estoque e os custos de preparação para reposição:

Custo Direto: É aquele incorrido diretamente com a compra ou fabricação do item. É proporcional à demanda para o período e aos custos unitários do item (de fabricação ou de compra).

Custo de Preparação: São todos aqueles custos referentes ao processo de reposição do item pela compra ou fabricação do lote de itens. Fazem parte deste custo os seguintes elementos: mão de obra para emissão e equipamentos utilizados para a confecção das ordens, custos indiretos dos departamentos de compras ou do PCP para a confecção das ordens, como luz, telefone,aluguéis, e quando for o caso de fabricação dos itens, os custos de preparação dos equipamentos produtivos. O custo de preparação é proporcional ao custo de uma preparação de compra ou de fabricação do item e ao número de vezes em que este item for requerido durante o período de planejamento.

Custo de manutenção de estoque: São aqueles custos decorrentes de fato do sistema produtivo quando este necessitar manter itens em estoque para o seu funcionamento. Isso implica numa série de custos, tais como mão de obra para armazenagem e movimentação dos itens, aluguel, luz,seguro, telefone, sistemas computacionais e equipamentos

almoxarifado, custo de deterioração e obsolescência dos estoques e, principalmente, o custo do capital investido. O custo de manutenção dos estoques é proporcional à quantidade de estoques média de período de planejamento, ao custo unitário do item, e à taxa de encargos financeiros que incidem sobre os estoques.

Segundo Lacerda et al (2001), para se organizar um setor de controle de estoque, inicialmente deveremos descrever suas principais funções e determinar o que deve permanecer em estoque para o número de itens, tem-se que

- a) Determinar quando se deve reabastecer o estoque; prioridade
- b) Determinar a quantidade de estoque que será necessário para um período pré-determinado
- c) Acionar o departamento de compras para executar a aquisição de estoque
- d) Receber, armazenar e atender os materiais estocados de acordo com as necessidades;
- e) Controlar o estoque em termos de quantidade e valor e fornecer informações sobre sua posição
- f) Manter inventários periódicos para avaliação das quantidades e estados dos materiais estocados
- g) Identificar e retirar do estoque os itens danificados

Existem determinados aspectos que devem ser especificados, antes de se montar um sistema de controle de estoque. Um deles refere-se aos diferentes tipos de estoques existentes em uma fábrica. Os principais tipos encontrados em uma empresa industrial são: matéria-prima, produto em processo, produto acabado e peças de manutenção.

As vantagens apresentadas por Ballou (1993) em relação à correta gestão dos estoques são: a melhoria dos serviços de atendimento ao consumidor; os estoques como amortecedores entre a demanda e o suprimento; economia de escala nas compras e; proteção contra aumento de preços e contingências. A economia de escala nas compras evidencia a importância da análise dos níveis de estoques antes das compras, pois se a empresa detém um volume alto de estoques

e não realiza esta prévia análise, as economias geradas pelas compras de lotes maiores podem ser cobertas por custos maiores na manutenção destes estoques.

Wanke (2000) afirma que a preocupação de todos em reduzir os níveis de estoques é por causa da diversidade e do número de produtos; dos elevados custos de capital e para a redução do CCL – Capital Circulante Líquido para melhorar os indicadores da empresa.

O processo de gestão e controle dos estoques está diretamente ligado às decisões de compras dentro do processo logístico. A precisão no planejamento das quantidades a serem compradas depende da informação precisa dos níveis de estoques para determinar a capacidade de absorção de novas aquisições dentro da empresa.

No processo produtivo, a produção é planejada, e todos os passos são seguidos à risca. Porém, quase sempre ocorrem desvios no planejado e torna-se então necessária a função controle. Russomano (1995) atribui a essa função à responsabilidade de fazer comparações rotineiras entre os resultados da produção de bens e/ou serviços e as associações da programação detectando desvios, assim como identificando causas e cobrando, dos responsáveis, suas correções.

Podem-se dividir os modelos de controle de estoques em dois grupos: a emissão indireta e emissão direta. Os modelos que indiretamente se encarregam de determinar o momento da emissão das ordens de reposição são os modelos de controle por ponto de pedido e o de reposições periódicas. Os modelos que buscam diretamente emitir as ordens de reposição são os baseados na lógica do MRP (*Material Requirement Planning*), também chamado de cálculo das necessidades de materiais, que emprega o conceito de dividir os itens em itens de demanda dependente e itens de demanda independente (TUBINO, 1997).

A presença dos estoques exige o controle destes para que os materiais, componentes, matérias-primas e produtos acabados estejam disponíveis no momento em que forem requeridos, permitindo a continuidade do fluxo de produção.

Machline *et al.* (1984) comentam que a principal finalidade é alimentar o fluxo de produção-venda, de forma contínua e uniforme, evitando interrupções. Uma das razões para a existência dos estoques é a junção das incertezas quanto às vendas, incerteza quanto ao fornecimento e incerteza no processo produtivo.

O controle de estoques deve ser útil não somente para providenciar os materiais no momento e quantidade adequados, mas também buscar com o auxílio

de outras áreas, reduzi-los a níveis mínimos possíveis, para que o investimento seja menor e conseqüentemente o risco diminua.

2.1.2 Suprimento

Compreende-se como cadeia de suprimentos um conjunto de instalações dispersas geograficamente interagindo entre si. Como exemplos dessas instalações têm-se: fornecedores de matéria-prima, plantas produtivas, centros de distribuição, varejistas, estoque em trânsito, produtos intermediários e produtos acabados entre as instalações. (YIN, 1991, apud SOUZA; CARVALHO; LIBOREIRO, 2006).

A cadeia de suprimentos é um subconjunto da cadeia de valor, a qual é focada em agregar valor a um serviço ou a um produto físico, enquanto a cadeia de suprimentos é preocupada principalmente com a produção, distribuição e vendas de produtos físicos. (SIMCHI-LEVI, 2000, apud SOUZA; CARVALHO; LIBOREIRO, 2006).

Para Ballou (2004), existem numerosos motivos pelos quais os estoques estão presentes em um canal de suprimentos, podendo-se destacar a melhoria do serviço ao cliente e a redução de custos operacionais (*set up*, aquisição, transporte, etc). No entanto, pode-se condenar a manutenção de estoques avaliando questões tais como: o custo de oportunidade do capital empregado na manutenção dos estoques; que os estoques podem mascarar problemas de qualidade e (c) obsolescência.

A logística é a atividade empresarial que se preocupa em disponibilizar os produtos para os clientes no lugar certo, no momento exato e na condição desejada. Para Ballou (1993) ela se utiliza de planejamento, organização e controle efetivo das atividades de movimentação e armazenagem, para proporcionar o melhor nível de serviço para os clientes. Gomes e Ribeiro (2004) dizem que a logística organiza a aquisição, movimentação e armazenagem dos materiais na tentativa da maximização da lucratividade.

Ballou (1993) definiu como sendo três as atividades principais em logística: transporte, processamento de pedido e manutenção dos estoques. O transporte refere-se à movimentação do produto entre unidades empresariais. A atividade de processamento de pedido corresponde à organização das ordens de vendas e distribuição. Esta atividade inicia o fluxo de saída de mercadorias e apesar

de representar a menor parcela de custos entre as três atividades correspondem a uma atividade primária, porque dela partem as previsões de vendas que servem de base para o planejamento de todo o processo. A última atividade, manutenção dos estoques, encarrega-se de proporcionar a armazenagem das mercadorias, assim como controle do nível dos estoques, tentando sempre manter produtos à disposição para os clientes e, ao mesmo tempo, gerar os menores custos para a empresa em relação ao capital investido e os custos com armazenagem.

Ballou (1993) cita algumas atividades complementares a essas três atividades principais que são as seguintes: armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, obtenção, programação da produção e manutenção da informação.

A obtenção é a atividade que busca disponibilizar o produto para o ciclo logístico da empresa (BALLOU, 1993). Preocupa-se em selecionar as fontes de suprimento e a quantidade a ser adquirida para que atendam à demanda no tempo exato da necessidade. Em relação à manutenção das informações Gomes e Ribeiro (2004) afirmam que esta é essencial para a logística, pois, como qualquer outra atividade, deve ter seu desempenho monitorado. Também, os autores ressaltam que esse desempenho pode ser afetado pela quantidade obtida de informações. Para tornar a quantidade mais precisa, deve-se determiná-la com base na demanda prevista a partir das informações contidas no sistema de informações logísticas da empresa.

Wanke (2000) apresenta quatro questões básicas para a tomada de decisão no momento de obtenção: “(1) quanto pedir, (2) quando pedir, (3) quanto manter em estoque de segurança e (4) onde localizar”. A resposta para cada uma dessas questões será proporcionada a partir da análise de fatores que estão a quem apenas da empresa, mas devem envolver toda a cadeia de suprimentos que dela faz parte.

A gestão eficiente de estoques começa pela determinação das quantidades ideais a serem pedidas. Contudo, para que se possa determinar a quantidade adequada, a empresa necessita de um sistema de controle e gestão de estoques eficientes que lhe proporcione exatidão dos níveis de estoques disponíveis, assim como previsões sobre o fluxo de saída dos produtos.

Ainda na visão de Wanke (2000), a atividade de obtenção precisa envolver toda a cadeia de suprimentos para um planejamento eficaz. As necessidades são previstas a partir da demanda de seus consumidores e o tempo

de re-suprimento precisa ser avaliado a partir da disponibilidade de atendimento aos fornecedores. Isso implica em uma sintonia entre todos os participantes da cadeia de suprimentos para que o processo apresente melhores resultados.

Gomes e Ribeiro (2004) corroboram afirmando que o nível de serviço ao cliente é um somatório de todas as atividades logísticas que vão desde o abastecimento até a distribuição ao consumidor final. A atividade de obtenção inicia o processo logístico interno e exerce grande influência na concepção dessa qualidade.

Para Bertaglia (2003) a atividade de obtenção envolve custos definidos por ele como “custo de aquisição”. O autor afirma que a definição de custos logísticos é fundamental para avaliar os estoques, o que proporcionará maior embasamento para as estratégias de compra das empresas.

O ato de centralizar a aquisição de mercadorias em um único ponto é visto pelos empresários como uma possibilidade de ganho de escala nos preços, a partir da compra de maior quantidade pois, em compras individuais, os gestores teriam menos argumentos para solicitar reduções na tabela de preços dos fornecedores em virtude da baixa quantidade a ser adquirida (CERVI, 2004).

Bertaglia (2003) reforça esta afirmação e coloca como ponto negativo a centralização e o fato de as compras descentralizadas serem atendidas de maneira mais ágil.

A atividade de obtenção é uma atividade estratégica na gestão da cadeia logística. Ela pode controlar e determinar o fluxo de material envolvido em todo o processo, mas para isso precisa de informações de outros setores para o seu correto planejamento.

Para uma perfeita orientação deste projeto de pesquisa serão vistos, a seguir, alguns conceitos pertinentes ao Planejamento e Controle da Produção, um dos sistemas da organização.

2.2 ADMINISTRAÇÃO SISTÊMICA

Ao se falar de planejamento e controle da produção faz-se necessário abordar a visão sistêmica, considerando o fato de que uma empresa ou organização não pode ser vista como partes que não interagem. Neste contexto o Planejamento e Controle da Produção faz este papel.

Villar (2008) comenta que a função de produção não compreende apenas as operações de fabricação e montagem de bens, mas também as atividades de armazenagem, movimentação, entretenimento, aluguel etc.

Conforme Stoner (1999), a visão sistêmica da administração observa a organização como um sistema unificado, composto por partes interrelacionadas e voltado para um determinado fim, o que possibilita ao administrador considerar a organização como um todo e como parte do meio exterior mais amplo.

Martins & Laugeni (2000) afirmam que a maior vantagem da abordagem sistêmica é que ela ultrapassa os limites de departamentos funcionais, bem como ressalta a importância do trabalho como um todo.

A empresa, dentro do contexto sistêmico, é observada como um sistema pertencente a outro sistema maior e está inter-relacionada com outros, sendo composto de subsistemas que interagem para construir um todo dinâmico.

Para Stoner (1999), a teoria dos sistemas permite visualizar a empresa que produz bens e serviços, como um conjunto de componentes relacionados e em interação, que desempenham funções e têm objetivos associados com o todo, formando um sistema.

Para Corrêa (1999), o processo de planejar está baseado em uma visão sistêmica, entender os fatos ocorridos no passado e no presente e suas respectivas influências para a tomada de decisão, para obter no futuro os resultados planejados.

2.3 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Planejamento, organização, direção e acompanhamento da produção se constituem fatores importantes para a organização, para o indivíduo e para a sociedade como um todo, uma vez que a eficácia deste sistema depende do projeto dos subsistemas componentes e das tarefas desempenhadas pelo trabalhador alocado ao sistema (STONER, 1999).

Moreira (1993) associa as atividades de produção à base do sistema econômico de uma nação, pois estas transformam as entradas do sistema de produção (recursos de capital, recursos de material e recursos humanos) em bens e serviços de maior valor.

Objetivo da gestão da produção, segundo Villar (2008), é realizar esta conversão dos insumos em saída, obtendo elevados índices de produtividade, ou seja, da maneira mais rentável possível.

Os termos Administração de Produção e Administração Operacional, segundo Stoner (1999), são empregados indistintamente, constituindo-se em: planejamento dos objetivos do sistema de produção/operações e o estabelecimento de diretrizes para consecução destes objetivos, organização dos recursos humanos e de capital para produção eficiente de bens e serviços, direção, liderança e motivação dos empregados, objetivando maior produtividade, e acompanhamento e controle do desempenho do sistema de produção para garantir a consecução dos objetivos organizacionais.

Moreira (1993, p. 4) define Administração de Produção como sendo "a atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de uma forma controlada, a fim de agregar valor, de acordo com os objetivos empresariais".

Sob o ponto de vista de Ganesi e Corrêa (1997), Sistemas de Administração da Produção são aqueles que disponibilizam as informações para uma tomada de decisão gerencial inteligente. Desta forma propiciam uma administração eficaz no que se refere ao fluxo de materiais, utilização de mão-de-obra e equipamentos, coordenação das atividades internas com as atividades de fornecedores e distribuidores e comunicação com os clientes, buscando relacionar as suas necessidades operacionais.

Conforme Villar (2008), os principais fatores que afetam a complexidade do controle da produção e os métodos usados são:

- Projeto do Produto, que afeta o trabalho do controle da produção, é se produtos são “padrões” ou “especiais”.
- Volume da produção tem reflexo em qualquer atividade geradora de custo fixo, como é o caso do controle da produção. O trabalho necessário para planejar, dirigir e controlar o suprimento de materiais para uma produção de dez produtos por mês costuma ser quase o mesmo do que é necessário para uma produção de mil unidades por igual período tempo. As empresas detentoras de elevados volume de produção suportam sistemas administrativos mais complexos, uma vez

que os custos fixos gerados por esses sistemas são diluídos nos significativos volumes produzidos.

- Variedade, outro fator que afeta o controle da produção é variedade de diferentes produtos, componentes e materiais que devem ser produzidos. Se há variedade muito grande de itens da produção que devem ser planejados e controlados, é óbvio que o controle da produção será muito mais complicado e difícil do que se houver uma pequena variedade.

Stoner (1999) ressalta que o sistema produtivo atua dentro do quadro mais amplo da estratégia organizacional, devendo o plano estratégico, da organização, ser utilizado como diretriz coerente para as políticas produtivas, especificando metas e objetivos que possam ser atingidos pelo sistema produtivo.

Desta forma, o sistema produtivo deve ser projetado de modo compatível com as estratégias da organização e, reciprocamente, as capacidades do sistema produtivo devem ser consideradas na formulação da estratégia organizacional.

2.3.1 Ciclo do Sistema de Produção

Conforme relacionam Martins e Laugeni (2000), o ciclo do sistema de produção é contínuo, constituído das seguintes etapas: formulação dos planos de curto prazo e disponibilização dos mesmos em operação; fabricação dos produtos; execução de controle nos setores de controle de qualidade e controle de custos; execução das alterações necessárias para viabilizar a consecução dos planos de curto prazo; desenvolvimento do aperfeiçoamento ou alteração nos planos de curto prazo; e re-análise do planejamento estratégico em vista dos resultados de curto prazo.

Segundo Villar (2008), ciclo do sistema de produção pode ser intermitente- repetitiva na fabricação e contínua na montagem. Esta análise inicial do Fluxo de Informações e Produção é imprescindível para que implante um sistema de PCP ou para que se analise um sistema já implantado.

O processo inicia-se com consumidor razão de ser de uma empresa:

- Na produção intermitente sob encomenda, o consumidor é quem procura o departamento de Vendas da empresa e depois entrega um pedido de fornecimento.

- Na produção contínua e na intermitente – repetitiva (produção para estoque) o consumidor encomenda os produtos acabados, mas pelo contrário, espera encontrá-los quando dispões a comprá-los nas lojas dos revendedores ou representantes.

Num e noutro caso ao Departamento de Vendas compete: informar a fabrica o que deseja, se o produto acabado a ser solicitado já está em produção na fabrica, o **Departamento de Vendas** encaminha sua solicitação diretamente ao PCP, caso contrário, envia-a, primeiramente, ao **Departamento de Engenharia**, projetar o produto acabado e especificar sua constituição em matérias primas em peças componentes, fabricadas ou compradas. O Quadro 1 mostra como se desenvolve as etapas no departamento de vendas.

Quadro 1 - Etapas no departamento de vendas

Ordem	Setor	Passo
1	Controle de qualidade	garantia de qualidade, tem sua primeira atuação preocupando-se com qualidade do projeto
2	Departamento de Vendas	Informações do Departamento de Engenharia, e supondo que a fábrica está adequadamente capacitada a produzir esse produto.
3	PCP	completar o planejamento da produção: matéria-prima, peças compradas, peças fabricadas e os próprios produtos acabados, através da Emissão de Ordens
4	Departamento entrará em contato com fornecedor	esse e colocará as solicitações de compras;
5	Verificadas as possibilidades de atendimento global	Especificação; Prazo de entrega; Qualidade; Preço; Condições de Pagamento;
6	Recebendo as Solicitações de compras	os fornecedores deverão providenciar a separação das mercadorias e enviá-las à fabrica
7	Recepção na Inspeção do controle de qualidade	(no caso do controle de qualidade mais primário), serão encaminhadas aos armazéns respectivos
8	As peças fabricadas serão solicitadas pelo PCP	às Seções de fabricação do departamento de produção através das ordens de fabricação
9	Atendendo a essa solicitação	as Seções de fabricação recebem as matérias-primas do Armazém de Matérias Primas e as transformam em peças fabricadas que são encaminhadas ao Armazém de Peças
10	Já os produtos acabados serão pedidos pelo PCP	às linhas de Montagem do mesmo Departamento De Produção, através das Ordens de montagem
11	O Controle de qualidade pode atuar tanto na fabricação como na montagem através do Controle de Processo	- evitando a ocorrência de lotes de peças ou produtos acabados defeituosos, bem como realizando inspeção de qualidade por ocasião do recebimento das peças fabricadas e dos produtos acabados que são enviados as Estoque Acabados;
12	Garantia de Qualidade	o controle de qualidade deve estender seu monitoramento, a engenharia de produto, para se

		assegurar que as melhorias sugeridas pelos clientes e transmitidas por vendas a engenharia sejam transformadas em especificações técnicas
13	Finalmente, cabe à Expedição entregar o produto acabado	ao consumidor, diretamente ou através do Revendedor autorizado pela Empresa seguindo as instruções do Departamento de Vendas e fechando o círculo de produção e ordens
14	Expedições de estoque de Produtos	acabados pertencem ao Departamento de Distribuição

Fonte:

2.3.2 Modelo do Sistema de Produção

O planejamento no sistema de produção toma por base a estimativa da procura futura, compreendendo programação e controle dos empregados, de materiais e de recursos de capital, objetivando produzir a quantidade e qualidade desejáveis de maneira eficiente (STONER, 1999).

Contudo, a viabilidade das estimativas pode ser afetada negativamente por tendências inesperadas de mercado, bem como por inovações em produtos e outros fatores.

Stoner (1999) ressalta que o sistema operacional pode diminuir a capacidade produtiva projetada. Consequentemente, o atendimento da procura em determinado período poderá exigir medidas corretivas em curto prazo no sistema de produção.

Villar (2008) define em geral três tipos principais de sistema de produção, variando em função dessas proporções são identificados e conhecidos com:

- Os sistemas implosivos começam com uma pequena variedade de materiais e produzem um a grande variedade de componentes distintos. Exigem uma maior complexidade administrativa no controle dos produtos acabados.
- Os sistemas de processo são aqueles que começam com pequena variedade de diferentes materiais e produzem uma variedade igualmente pequena de produtos finais distintos. O controle de produção é extremamente simples.
- Os sistemas explosivos começam por uma grande variedade de diferentes componentes e os transformam numa pequena variedade de diferentes produtos. O que significa dizer, um maior esforço administrativo para controlar as entradas de componentes.

2.3.2.1 Subsistemas de Produção

Martins e Laugeni (2000) relacionam, como subsistemas de produção, os sistemas: *Sistemas de Entrada* - Estão incluídos neste sistema os suprimentos de mão-de-obra e administração de pessoal, salários, capital de giro e materiais. - *Sistemas de Saída* - O principal subsistema de saída é a expedição, pertencente ao sistema de distribuição; - *Subsistema de Planejamento* - Inclui atividades relativas ao planejamento de qualidade, quantidade e tempos de programação. *Subsistema de Controle* - Estão incluídos neste sistema a inspeção, manutenção de fábrica, custo-padrão, controle de processos e controle de estoques.

De acordo com Moreira (1993), as atividades de planejamento e controle, inseridas no Subsistema de Planejamento, vão desde o planejamento de alto nível, como a introdução de novos produtos e lucros por ação da empresa, até o exame e controle da fábrica.

2.4 PLANEJAMENTO AGREGADO

O Planejamento Agregado é considerado por Moreira (1993, p. 230) como "uma decisão negociada de alto nível que coordena as atividades de marketing, finanças e outras funções".

O Planejamento Agregado é o método de planejamento das quantidades a gerar em médio prazo, através do ajuste da velocidade de produção, mão-de-obra disponível, estoques e outros, sendo que o seu objetivo atender às demandas irregulares, empregando os recursos disponíveis na empresa .

Os dirigentes têm ao seu alcance algumas estratégias para a tomada de decisão no Planejamento Agregado, relacionadas por Moreira (1993): alteração de tamanho de equipe de trabalho; tempo extra e tempo ocioso; modificação de níveis de estoque; acatamento de pedidos para atendimento futuro; sub-contratação; emprego da capacidade.

Dentre as atividades de planejamento e controle da produção encontra-se a programação da produção. Segundo Russomano (1995):

o maior problema de programação é a definição das prioridades entre os vários trabalhos. Frequentemente, algumas ordens ficam esperando enquanto outras estão sendo processadas, apesar de todos os cuidados recomendados na fase de Planejamento Agregado e de Emissão de Ordens.

Segundo Gaither e Frazier (2002) o planejamento agregado é necessário na Administração de produção e operações (APO) porque proporciona:

- instalações amplamente carregadas e minimiza a sobrecarga e a subcarga, reduzindo assim os custos de produção;
- um plano para mudanças sistemáticas da capacidade de produção para atender os picos e o momentos de baixa da demanda esperada;
- capacidade de produção adequada para atender à demanda agregada esperada;
- obter a máxima produção para a quantidade de recursos disponíveis, o que é importante em tempos de recursos escassos de produção.

Para Moreira (2001), o Planejamento Agregado é:

o processo de balanceamento da produção com a demanda, projetada para horizontes de tempo em geral de 6 a 12 meses. Esse balanceamento pode ser feito atuando-se sobre os recursos produtivos. O que se procura é combinar esses recursos produtivos, de maneira à, simultaneamente, atender a demanda e conseguir o custo mínimo.

As informações essenciais para desenvolver o planejamento de longo prazo são o conhecimento das capacidades do sistema de produção, a previsão da demanda e de uma estimativa dos tempos de produção para cada família de produtos.

2.5 PLANO MESTRE

O Plano Mestre pode ser entendido como a formalização da programação da produção, expressa em necessidades específicas de material e capacidade. Assim, o desenvolvimento do Plano Mestre exige uma avaliação das necessidades de mão-de-obra, equipamentos e materiais para cada tarefa a realizar.

Conforme Villar (2008), o Plano Mestre de Produção devidamente elaborado é que se tomam as providências para suprimento dos Almoxxarifados de Matéria- Prima de Peças e Componentes comprados e fabricados através de ordens de compras e de fabricação. Para tal, faz-se necessário calcular as quantidades necessárias e os prazos a serem atendidos.

Existem dois métodos para a tomada dessas providências:

- O direto, a partir do plano Trimestral de produção são identificados todos os quantitativos dos componentes necessários a montagem dos produtos (no caso de peça e componentes) e subtraindo-se os totais das respectivas disponibilidade totais.
- No método indireto usa-se o Plano Mestre de Produção para encontrar os itens de controle de estoques de cada peça, subconjunto e matéria-prima. Dessa forma, esse método somente pode ser utilizado pelos sistemas de produção que trabalham com gestão de estoques.

Pelo método indireto a Emissão de Ordem não se toma diretamente nenhuma providência, a não ser a de informar ao Planejamento e controle de estoques quais os novos índices de estoque.

É o método mais recomendável na produção contínua ou repetitiva. É considerado menos preciso que o método direto porque não considera as variações mensais da Estimativa de Vendas. Tem, entretanto, a grande vantagem de distribuir melhor a tomada de providências ao longo do tempo.

Segundo Giansi e Corrêa (1997, p. 118), "o Plano Mestre concebe um dos reforços mais significantes da manufatura ao processo de planejamento global da organização".

Segundo Moreira (1993), a programação da produção se concretiza com a elaboração do Plano Mestre, o qual comanda todo o Sistema de Produção, determinando as metas específicas de produção.

De acordo com Giansi e Corrêa (1997), o Plano Mestre considera as limitações de capacidade e a conveniência de sua utilização, podendo determinar a produção prévia de itens ou até mesmo não programar suas produções, ainda que o mercado pudesse consumi-los.

De acordo com Moreira (1993), no Plano Mestre de Produção tem-se:

- **Funções do Plano Mestre:** Entre as funções do Plano Mestre algumas são consideradas como funções-chave como a: Transferência de Planos Agregados em itens finais específicos, a Avaliação de programas alternativos, o Dimensionamento dos requisitos de materiais, o Dimensionamento dos requisitos de capacidade, a Simplificação do

processamento das informações, a Manutenção de prioridades; Utilização eficiente da capacidade produtiva.

- **Inputs do Plano Mestre:** Conforme relaciona o autor, o Plano Mestre da Produção apresenta como *inputs*: *Previsões* - entre as estimativas utilizadas no Plano Mestre encontram-se aquelas relacionadas a itens finais, peças de serviço e demanda interna, sendo esta última, determinante para a produção de itens destinados a suprir os estoques; *Pedidos de Clientes* - Para empresas que fabricam por encomenda, os pedidos minimizam os riscos de excesso de produção. Contudo, como a fabricação baseada na previsão de pedidos aumenta o grau de competitividade da organização, é também utilizada por este tipo de empresa.
- **Enfoques do Plano Mestre:** Segundo Giansi e Corrêa (1997), Plano Mestre é um instrumento de estabelecimento de políticas de produção, podendo ser utilizado como Plano Mestre Nivelado ou como Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas.
 - a) **Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas:** a concepção do Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas tem como diretriz o acompanhamento da demanda com os níveis de produção.
 - b) **Plano Mestre Nivelado:** a concepção do Plano Mestre Nivelado é utilizada quando a produção privilegia o nivelamento dos volumes de produção variando, conseqüentemente, o nível de estoques disponíveis.
 - c) **Período de Abrangência do Plano Mestre:** o autor lista três variáveis como interferentes na determinação do período de abrangência do Plano Mestre: Tipo de Produto, Volume de Vendas, Prazo de Entrega de Componentes.

2.5.1 Questões Estratégicas para Gestão do Plano Mestre

Giansi e Corrêa (1997) sugerem a análise de algumas questões para uma eficiente gestão de estoques: *Incertezas de demanda* - Geralmente a opção de manter certos níveis de estoque de segurança é adequada quando há incerteza da demanda; *Importância estratégica da minimização de atrasos e não atendimento de*

pedidos - É necessária a avaliação das conseqüências do não cumprimento dos pedidos, tanto no curto prazo quanto no longo prazo; *Importância estratégica de se minimizarem os níveis de estoques* - Deve-se ter em mente que a redução de estoques pode não ser adequada em função da concorrência. Por outro lado, a manutenção de altos níveis de estoque aumenta o custo financeiro e conseqüentemente, elevam o custo de produção; *Custos financeiros e organizacionais das variações nos níveis de produção* - A variação excessiva de níveis de produção tende a acarretar complexidade nos processos de controle da produção, prejudicando o desempenho global da organização.

Planejamento-mestre da produção:

[...] consiste em estabelecer um plano mestre de produção (PMP) de produtos finais, detalhando em médio prazo, período a período, a partir de um plano de produção, com base nas previsões de vendas de médio prazo ou nos pedidos em carteira já confirmados [...] (TUBINO, 2000).

Com base no estabelecimento do PMP (Planejamento-mestre da produção), o sistema produtivo passa a assumir compromissos de fabricação e montagens dos bens e serviços.

De acordo com Moreira (1993), a implantação do sistema MRP deve responder às questões:

- Que partes componentes serão necessárias para cumprir a demanda de produtos finais?
- Em que quantidades são essas partes necessárias?
- Quando são essas partes necessárias?

As respostas para estas perguntas estão baseadas nos seguintes pré-requisitos para o sistema:

- Plano Mestre de Produção;
- Listagem de materiais;
- Relatórios de controle de estoque função do Plano Mestre de Produção, que estabelecem quais produtos finais serão feitos, em qual data e qual quantidade; já a Listagem de Materiais fornece a composição de cada produto e serve de base para estipular sua explosão, e, finalmente os

relatórios de controle de estoque fornecerão quais as quantidades remanescentes de cada item ou produto final.

O termo explosão é utilizado dentro do conceito de MRP como o ponto onde deve ser identificado qual material, em qual quantidade em qual momento de do processo ele deverá ser inserido na produção.

Gaither e Frazier (2002) relatam que, “o programa mestre de produção (MPS – *master program schedule*) define a quantidade de cada item final a ser concluída em cada semana do horizonte de planejamento de curto prazo”.

Corrêa *et al.* (2001) relatam que “o MPS coordena a demanda do mercado com os recursos internos da empresa de forma a programar taxas adequadas de produção de produtos finais”.

O MPS pode ser chamado de plano ou programa-mestre de produção. Ele possui uma natureza dinâmica. Gaither e Frazier (2002) afirmam que,

o MPS em geral é atualizado semanalmente, o que quer dizer que, passada uma semana, uma é retirada da parte da frente do MPS, uma semana é acrescentada à parte de trás, e as demandas correspondentes ao MPS inteiro são estimadas novamente.

Slack (1999) relata que:

o programa-mestre de produção é constituído de registros com escala de tempo que contém, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. Quando não há estoque suficiente para satisfazer à demanda futura, quantidades de pedido são inseridas na linha do programa-mestre.

2.5.2 Programação da produção

A programação da produção é uma atividade da gestão da produção baseada no que a empresa pretende executar, tomando como referencia o plano de produção, a demanda, as necessidades e as disponibilidades da empresa.

Para Villar (2008), as atividades de médio prazo de programação da produção, realizadas pelo PCP, buscam implantar um programa de produção que atenda ao Plano Mestre de Produção (PMP) gerando para os produtos acabados. Essas atividades apresentam-se de forma diferenciada, dependendo de como o sistema produtivo está projetado para empurrar ou para puxar o programa de produção.

No sistema de Puxar a produção, normalmente operacionalizado com o Kanban, as atividades da programação da produção são deixadas a cargo dos próprios funcionários;

Nos sistemas Convencionais de produção intermitente de empurrar a produção, há necessidade de se definir a cada programa de produção qual a sequência básica das operações de fabricação.

Tubino (2000) destaca que “a programação da produção estabelece no curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos finais, com base no PMP e nos registros de controle de estoques”. Desta forma, a programação é feita de acordo com a disponibilidade dos recursos produtivos, encarregando-se, assim, de desenvolver o seqüenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos.

Na programação de produção são dimensionadas e emitidas ordens de compras para os itens comprados, ordens de fabricação para os itens fabricados internamente, e ordens de montagem para as sub-montagens intermediárias e montagem final dos produtos definidos no PMP. Em função da disponibilidade dos recursos produtivos, a programação da produção encarrega-se de fazer o seqüenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos enviará as ordens a todos os setores responsáveis (sistema empurrado) ou apenas à linha de montagem final dos produtos (sistema puxado).

2.5.3 Acompanhamento da produção

O acompanhamento ou controle da produção é feito “... por meio de coleta e análise de dados, busca garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento [...]” (TUBINO, 2000). Quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas, visando o cumprimento do programa de produção. O acompanhamento e controle de produção estão encarregados de coletar dados (índices de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais, índice de quebra de máquinas etc.) para outros setores do sistema produtivo. Atualmente estão disponíveis coletores de dados automatizados, que aceleram as comunicações entre a Produção e o PCP.

Conforme Villar (2008), o controle da produção pode ser definido como uma função do PCP encarregada de fazer comparações rotineiras entre os resultados da produção de bens ou serviços incluindo os prazos em que essas produções foram realizadas e os planos estabelecidos pela programação, detectando desvios, buscando suas causas, identificando desvios, buscando suas causas, identificação os responsáveis e providenciando suas correções. Assim sendo o controle é a função do PCP que o completo, fornecendo a realimentação necessária para funcionar adequadamente.

2.5.4 Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP)

A política de estoque esta diretamente ligada à demanda apresentada pelos clientes. Desta forma é importante a apresentação dos sistemas de gestão integrada.

Villar (2008) fala da importância das siglas em inglês MRP I (Material Requirements Planning I) e MRP II (Material Requirements Planning II) representam duas importantes etapas no processo evolutivo dos sistemas de administração da produção auxiliados por computadores.

O MRP I permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento. Para fazer isso, ele utiliza os pedidos em carteira, assim como uma previsão para os pedidos que a empresa acha que irá receber (KAHL, 1999)

O MRP I verifica, então, todos os ingredientes ou componentes que são necessários para completar esses pedidos, garantindo que sejam providenciados a tempo.

É um sistema que ajuda as empresas a fazerem cálculos de volume e tempo similares a esses, mas numa escala e grau de complexidade muito maior. Até os anos 60, as empresas sempre tiveram que executar esses cálculos manualmente, de modo a garantir que teriam disponíveis os materiais certos nos momentos necessários.

Durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito do planejamento das necessidades de materiais expandiram e foram integrados a outras partes da empresa (KAHL, 1999).

O MRP II permite que as empresas avaliem as aplicações da futura demanda nas áreas financeiras e de engenharia, assim como analisem as aplicações quanto à necessidade de materiais. O MRP II ajuda as empresas a planejar estas decisões com antecedência.

Conforme Gianesi e Corrêa (1997), o Planejamento de Recursos de Manufatura - MRP II é um sistema integrado e hierárquico de administração da produção, baseado na lógica do cálculo das necessidades, onde os planos de longo prazo da produção são detalhados sucessivamente até alcançar o nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

O MRP II apresenta como módulos principais: Módulo de Planejamento da Produção; Módulo de Planejamento Mestre da Produção; Módulo de Cálculo de Necessidades de Materiais; Módulo de Cálculo de Necessidade de capacidade; Módulo de Controle de Fábrica.

O MRP II engloba um sistema integrado de informações, o qual apresenta como principal vantagem o fato de ser dinâmico, suportando alterações do planejamento da produção que se façam necessárias para o bom desempenho do sistema produtivo.

Entre as limitações atribuídas por Gianesi e Corrêa (1997) ao MRP II, relaciona-se a complexidade do sistema, exigindo alto custo para a manutenção das alterações que possam ser necessárias no processamento. Outro enfoque analisado como restrição para sua utilização é a disciplina imposta aos seus usuários, no que diz respeito à entrada de dados do sistema, determinando um ambiente altamente computadorizado.

Segundo Correa (2000) o objetivo dos sistemas MRP é Ajudar a produzir e comprar apenas o necessário e apenas no momento necessário, visando eliminar estoques, gerando uma série de encontros marcados entre componentes de um mesmo nível, para operações de fabricação ou montagem. Hoje, o mercado conta com diversas empresas que fornecem *softwares* de fácil manuseio e que se adequar a diversos tamanhos de empresas.

O termo explosão é utilizado dentro do conceito de MRP como o ponto onde deve ser identificado qual material, em qual quantidade em qual momento do processo ele deverá ser inserido na produção.

Dentre os resultados principais da execução de um sistema MRP, ressalta-se o controle de estoque de componentes, a programação da produção a

curto prazo para estes componentes, e o planejamento das necessidades de capacidade

Slack (1999) relata ainda que o “MRP original data dos anos 60, quando as letras queriam dizer *Material Requirements Planning* (agora chamado de MRP Um ou MRP I). O MRP I permite que as empresas calculem quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento”.

Slack (1999) relata ainda que, “durante os anos 80 e 90, o sistema e o conceito do planejamento das necessidades de materiais expandiram e foram integrados a outras partes da empresa. Esta versão ampliada do MRP é conhecida atualmente como Planejamento dos Recursos de Manufatura (Manufacturing Resource Planning), ou MRP II”.

Corrêa et al (2001) salientam que o MRP baseia-se na idéia de que, se são conhecidos todos os componentes de determinado produto e os tempos de obtenção de cada um deles podemos, com base na visão de futuro das necessidades de disponibilidade do produto em questão, calcular os momentos e as quantidades que devem ser obtidas, de cada um dos componentes para que não haja falta nem sobra de nenhum deles, e no suprimento das necessidades dadas pela produção do referido produto.

Segundo Favaretto (2001), o conceito do MRP “se baseia no conhecimento das estruturas dos produtos e nos tempos de obtenção de seus componentes fabricados e comprados. Em função disso e das necessidades futuras e da disponibilidade do produto, são calculadas as quantidades e datas necessárias para a produção”. O propósito fundamental é que sejam produzidos os componentes e produtos na quantidade e no momento exato, impossibilitando assim, a formação de estoques acima do necessário.

Davis et al. (2001) relatam que o sistema MRP funciona assim: previsão de vendas e pedidos firmes por produtos são usados para criar um Planejamento Mestre de Produção (PMP), que situa o número de itens a serem produzidos durante períodos específicos de tempo. Um arquivo de lista de materiais identifica os materiais utilizados para se fazer cada item e as quantidades corretas de cada um. O arquivo de registro de estoques contém dados como o número de unidades disponíveis ou o número de unidades já encomendadas.

Os sistemas MRP baseiam-se em uma lista de materiais, recursos e procedimentos necessários para a formação do produto final a partir da qual,

utilizando sistemas computacionais, geram a programação e o planejamento das atividades para entrega do produto final em menor tempo e com menor custo (CORRÊA; GIANESI, 1992).

2.6 ARRANJO FÍSICO

O conceito de arranjo físico vem sendo adaptado às necessidades de cada época, podendo se identificar esta evolução em três fases distintas:

A primeira fase, anterior a década de 50, caracteriza-se pela apresentação de estudos de casos e aplicações isoladas que não contêm métodos sistemáticos de abordagem do assunto.

A definição Reed (1971) representa o primeiro entendimento que se deve sobre arranjo físico: “La disposición de planta constituye un sistema copuesto de departamentos individuales em interacción [...] que determina em gran medida La eficiencia de La firma em el cumplimiento de SUS objetivos principales”

O assunto arranjo físico ganhou um significado mais técnico e específico com a publicação em 1947 do resultado de um estudo realizado pela *American Society of Mechanical Engineers – ASME Operation and Flow Process charts*, (BARNES, 1963), sobre várias definições de termo ligados à Engenharia de Produção e ao arranjo físico.

Atualmente, o bom arranjo físico é aquele que consegue incorporar facilidades nas futuras mudanças. Segundo Valle (1975), “[...] representará sempre menores investimentos nas futuras expansões da indústria, permitirá ampliações mais suaves, sem crises de crescimento, e protegerá a instalação contra os males das soluções de emergências e os riscos das modificações impensadas.”

A segunda fase, situada nas décadas de 50 a 60, é a mais fértil no desenvolvimento dos conceitos e princípios fundamentais da teoria sobre arranjo físico, como definições oficiais de arranjo físico tem-se da ASME e a do *Internacional Labour Office*, localizado em Genebra.

Para a ASME (apud Maynard, 1970) arranjo físico é o “arranjo de itens em certa área. Estes itens podem incluir estradas [...], departamentos, equipamentos, [...], peças, corredores e outros objetos.[...]” Embora não seja uma definição atual, ela amplia os objetivos do estudo do arranjo físico. Apresenta-se, assim, de uma forma mais aberta, apta a incorporar várias tendências, e universal, pois, a partir de então,

o estudo de arranjo físico poderia ser utilizado em qualquer atividade humanas, em qualquer processo produtivo, seja na construção de uma ferrovia, seja de um escritório, de uma residência etc.

Finalmente da década de 70 até os dias de hoje tem-se a terceira fase de desenvolvimento do estudo de arranjo físico.

Antecedem o estudo do Layout a definição do roteiro da produção (a estrutura do produto acabado, a relação geral de peças, seqüência de operações, folha de matéria prima e os posto de trabalho), os serviços de Suporte (manutenção, reparo de máquinas, Fermentaria, plataformas de descarga, áreas de armazenamento, etc.), e o plano de produção.

Tubino (1999) classifica em quatro os tipos de processos produtivos segundo o tipo de operação que sofre o produto e o nível de demanda: Processos contínuos, processo repetitivos em massa, processo repetitivo em lote e, processo por projeto.

Para Contador (1995), há quatro tipos de células de manufatura que são:

- **Células por produto com predominância da máquina** (a disposição das máquinas obedece às etapas do processamento de um produto ou de uma família de produtos, devendo o ciclo de produção ser realizado dentro de uma área restrita de trabalho);
- **Célula por produto com predominância do homem** (semelhante ao tipo anterior, mas com predominância do trabalho humano);
- **Célula por processo** (há o agrupamento de duas ou mais máquinas do mesmo tipo para serem operadas por um ou mais operadores, devendo elas dispor de tal forma que minimizem os deslocamentos dos operadores);
- **Célula por posição fixa do produto** (é caracterizada pela colocação do produto numa posição fixa), onde este deve ser confeccionado por um grupo de operários a sua volta, de modo que as atividades da produção sejam planejadas pelo grupo de trabalhadores de cada célula.

Os trabalhos de Harmonosky e Tothero (1992) mostram que as melhores alternativas de arranjo físico não são as obtidas nem por construção, nem por aperfeiçoamento. As melhores soluções são aquelas obtidas pelas combinações dos dois processos, dependendo da qualidade de arranjo físico inicial (construído) e da qualidade do método Heurístico empregado.

2.7 GESTÃO DA PRODUÇÃO

Gestão da produção é o conjunto de atividades que visa fabricar os produtos oferecidos pela empresa dentro das especificações estabelecidas, utilizando, da melhor maneira possível, os recursos produtivos disponíveis. Isso significa produzir rigorosamente o que foi determinado, dentro da maior eficiência possível, o que exige sistemas adequados de planejamento e controle da produção e uma adequada gestão de estoques.

Os últimos 45 anos (1957-2002) constituíram uma época de grandes mudanças na gestão e organização do sistema produtivo das empresas industriais em todo o mundo. Dois grandes grupos de mudanças foram marcantes nesse período. O primeiro foi o grande desenvolvimento tecnológico ocorrido em termos de máquinas, sistemas de informações, automação, robótica, telecomunicações, entre outros, que tornaram possível um planejamento e controle mais eficiente das operações. O segundo está relacionado às transformações relativas às novas filosofias, conceitos e métodos de gestão de recursos humanos. Estes passaram a ser vistos, principalmente a partir da década de 1980, como a principal fonte de vantagem competitiva das empresas.

Até o final da década de 1970, a gestão industrial nas várias empresas no Brasil baseava-se no sistema de produção em massa. A produção enxuta teve grande divulgação a partir da década de 1980. Vários livros sobre o assunto foram lançados, muitos técnicos estrangeiros vieram ao país e algumas missões foram ao Japão para aprender o máximo possível sobre aquela nova filosofia de produção, que trazia ganhos tão elevados na eficiência da gestão industrial e na qualidade dos produtos. Parte das empresas, porém, procederam a uma implantação parcial do sistema de produção enxuta, uma vez que esta se mostrou bem mais complexa do que parecia *a priori*.

Por envolver aspectos tácitos (implícitos) do conhecimento, essa nova tecnologia gerencial precisa ser bem entendida nos seus aspectos humanos, nos valores que embute e na visão de mundo que traz, para ser efetivamente incorporada e possibilitar os ganhos almejados. A simples cópia de seus métodos e procedimentos técnicos (conhecimento explícito) não é suficiente para a sua eficaz transferência para outras empresas. Mesmo assim, alguns dos princípios operacionais do sistema de produção enxuta foram eficazmente implantados nas

empresas nacionais, em decorrência das duras condições de competição presentes no país, havendo melhorias dos indicadores correspondentes.

Outro movimento de mudança importante iniciado na década de 1980 foi a terceirização de grande parte das atividades realizadas pelas empresas, fossem industriais ou de serviços, para outras organizações especializadas na produção de peças, subconjuntos, conjuntos, módulos ou prestadores de serviços de segurança, alimentação e transporte entre outros. Tal mudança buscava inicialmente uma redução de custos para as médias e grandes empresas. Liberadas de atividades não relacionadas diretamente com seu *core business*, estas poderiam concentrar-se no seu negócio principal.

Destacam-se nele os principais tópicos que norteiam o desenvolvimento de um Sistema de Planejamento e Controle da Produção. São eles: conceito, objetivos e breve histórico sobre a Gestão da Produção, além das principais atividades do processo de planejamento e controle da produção, classificação e medidas de desempenho dos sistemas de produção.

A classificação dos Sistemas de Produção visa facilitar a compreensão sobre as características inerentes a cada sistema e relacioná-las com a complexidade das atividades do PCP. O tipo de sistema de produção determina como deverá ser parametrizado o PCP, para oferecer o suporte à decisão.

Dentre as atividades do PCP apresenta-se a definição da estratégia de produção, o Planejamento de Vendas e Operações (S&OP), o Planejamento da Capacidade de Produção, a Previsão da Demanda, o Plano-Mestre de Produção (MPS), o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP), a Programação da Produção, o Controle da Produção. Apresenta-se também um dos tipos de Sistema de Programação da Produção com Capacidade Finita, o OPT.

Favaretto (2001) relata que “um conjunto de atividades, cuja seqüência possa ser estabelecida e sua abrangência delimitada, será chamado de processo. Um conjunto destes processos é a Gestão da Produção (GP), responsável por todas as atividades da produção, desde a compra da matéria-prima até a expedição”.

Gaither e Frazier (2002) afirmam que, “administração da produção e operações (APO) é a administração do sistema de produção de uma organização, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização”.

Diversos fatos históricos marcaram o desenvolvimento da Gestão da Produção e influenciaram para que ela chegasse a ser o que é hoje. Gaither e

Frazier (2002) relatam que “a Revolução Industrial envolveu dois elementos principais: a difundida substituição da força humana e da água pela força mecanizada e o estabelecimento do sistema fabril. O motor a vapor, inventado por James Watt em 1764, forneceu a força motriz para as fábricas e estimulou outras invenções da época”.

Embora pudéssemos alegar que a administração da produção existia desde o início da civilização, quando o homem polia pedras para transformá-la em utensílios, a fim de atender as suas necessidades, a Administração Científica foi, provavelmente, o primeiro marco histórico na área, uma vez que representou pela primeira vez uma abordagem sistemática à manufatura (DAVIS et al, 2001).

Gaither e Frazier (2002) relatam que “Frederick Winslow Taylor além do título de pai da administração científica, é conhecido como pai da Engenharia de Produção”. Ele estudou os problemas fabris de sua época cientificamente e popularizou a noção de eficiência, que consiste em obter o resultado desejado com o menor desperdício de tempo, esforço e materiais, governando o tempo de produção diário de um trabalhador.

No início do século XX, Henry Ford (1863-1947) projetou o Ford Modelo T para ser construído em linhas de montagem. As linhas de montagem da Ford incorporavam os elementos principais da administração científica – de desenhos de produtos padronizados, produção em massa, baixos custos de manufatura, linhas de montagem mecanizadas, especialização de mão-de-obra e peças intercambiáveis” (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Prosseguindo com a história, a partir do início dos anos 80, o mundo da gestão da produção sofreu um imenso abalo: “princípios e técnicas empregados pelos praticantes da Engenharia de Produção, solidamente consolidados desde os anos 20, foram desafiados por uma lógica e um conjunto de práticas vindas do oriente, que chamaram a atenção de todos os agentes que, de uma maneira ou de outra, operam neste campo” (ZILBOVICIUS, 1999)

O principal objetivo da Gestão da Produção é assegurar que o sistema produtivo exerça suas funções básicas de marketing, produção e finanças de forma integrada. Gaither e Frazier (2002) relatam que, “embora produção, marketing e finanças atuem independentemente para atingir suas metas funcionais individuais, eles trabalham em conjunto para realizar as metas da organização”.

As principais atividades do processo de Gestão da Produção são o planejamento, a programação e o controle da produção (CORRÊA *et al*, 2001).

Rezende e Abreu (2001) relatam os objetivos do Sistema de Planejamento e Controle de Produção (PCP):

- planejar as atividades de produção e as respectivas necessidades de materiais (produção e compras), contemplando os pedidos de vendas;
- calcular o Plano-Mestre de Produção como parte integrada do Planejamento de Controle de Produção, com base na disponibilidade de máquinas, pedidos e PCP em andamento, apontando gargalos, falta de matéria-prima e previsões; controlar o processo fabril e/ou de serviços.

2.8 GESTÃO DE PROCESSOS CONTÍNUOS E POR BATELADA

Especialmente a partir dos anos de 1990, o modelo de organização orientado para processos passa a ser citado por vários autores como a alternativa mais adequada para promover uma maior efetividade organizacional. O pressuposto é que, nesta forma de organização, há uma eliminação de barreiras dentro da empresa, possibilitando a visualização da organização como um todo e uma maior inter-relação entre os diferentes agentes da cadeia de valor (cliente, fornecedores, executores do processo).

Na estrutura por processo, os recursos (humanos, técnicos, financeiros, de informação e materiais) e os fluxos de trabalho são organizados em função dos processos da empresa. A adoção desta estrutura implica em definir os processos de negócio e de suporte com os respectivos responsáveis, rever os fluxos de trabalho visando a redução de atividades que não agregam valor e garantir que a organização, divisão e realização do trabalho estejam em consonância com os propósitos da organização.

Outra característica importante da gestão por processos é a sua integração com a estratégia organizacional. Portanto, a organização e divisão do trabalho devem seguir a estratégia da organização (CHANDLER, 1962), adequando-se às necessidades e expectativas do mercado. A estrutura por processo pressupõe que os esforços da empresa estejam direcionados para os processos críticos e essenciais do seu negócio, criando uma interação entre processos e estratégia, o

que possibilita que a organização, a divisão e a realização do trabalho estejam em consonância com os propósitos da organização.

Entre as vantagens atribuídas ao gerenciamento por processos destacam-se: o conhecimento global dos processos com melhor utilização dos recursos, a otimização e a priorização, a melhoria na comunicação com maior envolvimento dos funcionários, em todos os níveis e entre diferentes departamentos; a redução dos custos administrativos da empresa, garantindo a manutenção ou melhoria do nível de serviço e capacidade de processamento das unidades administrativas, a visão ampla e horizontal do negócio; processos claramente definidos com base nas atividades e em padrões de qualidade estabelecidos, e implementação mais fácil de mudanças. A visão do processo ajuda a identificar mudanças que beneficiam o processo como um todo.

Apesar das características positivas que envolvem as novas formas organizacionais, é importante alertar que existem autores como Davenport (1994) que não recomendam o processo como única base da estrutura organizacional. Este autor alerta que tanto o conhecimento funcional, como a preocupação com o gerenciamento do produto e o funcionamento de unidades de negócios estratégicos são importantes para uma orientação por processos. Essa mesclagem pode resultar em uma estrutura de matriz multidimensional que tem como base a responsabilidade do processo. Tachizawa e Scaico (1997) também consideram que a estrutura organizacional baseada somente nos processos não é prática e que deve haver uma compatibilização entre as dimensões vertical (funções) e horizontal (processos).

A adoção desta forma de organização e gestão das atividades implica, entre outros aspectos em:

- Visão sistêmica do trabalho onde as atividades são vistas como processo. O propósito é reagrupar as atividades, tornando-as mais sistêmicas e interdependentes. Cada equipe/empregado passa a ter uma visão clara a respeito do como, do por que, do para que e do para quem do seu trabalho, em substituição a uma visão unidimensional e compartimentalizada existente na orientação tradicional, baseada em funções.
- Preparação dos empregados onde a adoção da gestão por processo não é simplesmente uma alteração na estrutura para melhor atingir os objetivos e metas organizacionais. É uma mudança de comportamento e

atitudes. As organizações orientadas para processos procuram preparar seus empregados para novos comportamentos, incluindo mudanças de valores, crenças e princípios.

- Delegação às equipes da responsabilidade pelos processos. Assim, concede-lhes autoridade para tomarem as decisões necessárias. Equipes de múltiplas habilidades, realizando trabalhos orientados para processos, alcançam resultados com mais eficiência. Nesse ambiente, o sucesso do trabalho depende mais de atividades e esforços de empregados com autonomia e poder de decisão, do que de ações de gerentes funcionais orientados para tarefas.
- Mudanças no enfoque da avaliação para gestão do desempenho – significa, de um lado, associar os níveis organizacional e individual da avaliação e, de outro lado, a avaliação mais em resultados do que em características individuais. A remuneração nas organizações orientadas por processos privilegia as competências, o trabalho em equipe e os resultados.
- Lideranças e não chefias. Fundamentando-se no treinamento gerencial, no sentido de fornecer aos gerentes as competências necessárias para gestão de equipes de trabalho. Os gerentes precisam ser líderes, capazes de influenciar e reforçar valores e crenças da organização por meio de suas ações. Ao moldar os processos e motivar os empregados, os líderes preocupam-se com a realização do trabalho e o alcance de resultados.

A gestão de processos é uma exigência e um dos princípios da norma ISO 9001. De acordo com Slack (1997, p. 135), considerando o continuum volume no eixo vertical e o continuum variedade no eixo horizontal identifica:

- a) tipos de processos em manufatura (em ordem de variedade crescente e volume decrescente): processos contínuos; processos de produção em massa; processos em lotes ou bateladas; - processos de *jobbing*; - processos de projeto
- b) tipos de processos em serviços (em ordem de volume crescente e variedade decrescente): - serviços profissionais; - lojas de serviços; - serviços de massa.

O próximo capítulo traz os procedimentos metodológicos da pesquisa.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA PROPOSTA

O presente capítulo apresenta como foi definida a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. Assim, dentro do conteúdo da metodologia do trabalho científico, apresenta-se o tipo de estudo, o cenário da pesquisa, o instrumento de coleta de dados utilizado, as etapas da pesquisa, e também os elementos que auxiliaram a compreensão do estudo proposto.

Verificando os objetivos e as limitações do trabalho, os procedimentos metodológicos buscam investigar e analisar a gestão da produção na mini-usina de extração de óleo e produção de biodiesel do Instituto CENTEC por meio de estudo de caso como forma de organizar e gerar novos conhecimentos.

No tocante ao trabalho de campo destacam-se as visitas às mini-usinas instaladas no estado do Ceará para levantamento de dados e informações, o que permite a intervenção do pesquisador quanto as praticas utilizadas e o controle de informações e dados para verificar o desempenho do funcionamento das unidades.

Outro ponto a ser ressaltado encontra-se na investigação de um setor novo e o surgimento de gestão compartilhada entre o CENTEC e outras organizações, de acordo com o contexto da teoria.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho de pesquisa aqui desenvolvido se encontra dentro da classificação apresentada a seguir:

- **Tipo de Pesquisa:** Aplicada, por se tratar de um estudo que decorre do desejo de conhecer e fazer algo de maneira mais eficiente e eficaz, e também tendo em vista que esta pesquisa busca apresentar resultados práticos (GIL, 1991, p.19);
- **Tipo de estudo:** exploratório, já que a pesquisa busca aumentar a familiaridade do pesquisador com o problema / ambiente, preparar pesquisas futuras mais precisas, e desenvolver hipóteses sobre o tema (LAKATOS; MARCONI, 1991, p. 188);
- **Tipo de delineamento:** Estudo de caso, pois os dados são fornecidos por pessoas em entrevistas e observações também consideradas como

elemento mais importante o procedimento adotado na coleta de dados (GIL, 1991, p. 48);

- **Tipo de abordagem:** qualitativa/quantitativa, tendo em vista que o trabalho de pesquisa se detém em verificar as características de um fenômeno com a função de descrevê-lo (TRIVIÑOS, 1987, p.126).

3.2 CENÁRIO DA PESQUISA

As miniusinas extração de óleo e produção de biodiesel encontram-se instaladas nos municípios cearenses de Itapipoca, Tauá, Piquet Carneiro, Russas, Sobral, Araoiaba e Limoeiro do Norte. As miniusinas de Tauá e Piquet Carneiro já estão em funcionamento a dois anos, enquanto que na de Itapipoca os equipamentos estão em fase de construção e as demais os equipamentos estão prontos, aguardando os galpões para instalação. Os recursos para construção das unidades são provenientes do Governo Federal com contrapartida das prefeituras das cidades para instalação e operação por associações ou cooperativas. A estratégia de gestão vem passando por reformulações em sua articulação com as cooperativas e associações, como organização da gestão e reestruturação dos negócios.

A escolha da aplicação do estudo no processamento de extração de óleo e produção de biodiesel foi fundamentada na necessidade de um estudo técnico na gestão da produção e de a autora conhecer o projeto desde a sua idealização. Além disso, a autora participou de várias visitas e tem conhecimento da elaboração do projeto e os problemas relacionados ao tema de estudo.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Como técnica de coleta de dados, utilizou-se a entrevista com os técnicos e engenheiros do projeto com levantamentos dos dados necessários ao planejamento e controle da produção, bem como a observação dos dados de produção *in loco*, realizando e conduzindo todo o processo de anotações.

As entrevistas com técnicos e engenheiros foram realizadas em duas situações: primeiro, quando foi necessário descobrir dados e informações preliminares a partir dos dados operacionais das miniusinas, e no segundo momento

quando foram efetuadas novas regulagens operacionais de funcionamento dos equipamentos.

Para o estudo proposto e baseado no exposto, elaborou-se um conjunto de variáveis e indicadores para direcionar os trabalhos, facilitando a coleta de dados, como também direcionando as observações de campo.

Os indicadores e variáveis do processo buscaram identificar os requisitos de planejamento e controle da produção e colaboraram para a elaboração da gestão da produção, de forma a fornecer subsídios para analisar as informações a qualquer momento.

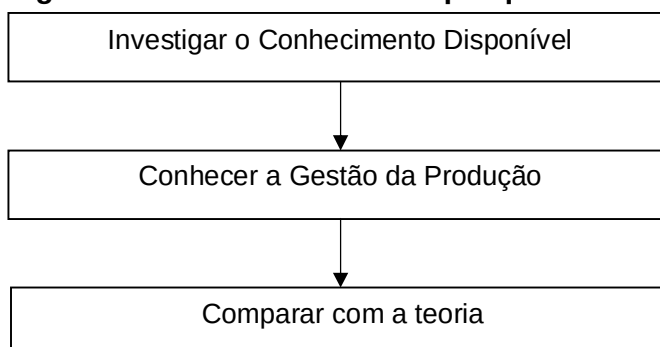
Quanto às observações, elas tiveram a finalidade de verificar a consistência dos dados levantados e as diferenças das informações passadas pelos técnicos.

O trabalho de campo foi realizado nos meses de março a agosto de 2009.

3.4 ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA

Considerando as atividades a serem realizadas e os objetivos do trabalho, bem como a questão de partida, o trabalho de pesquisa tem as fases previstas na Figura 1.

Figura 1 - Fase do trabalho de pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora

3.4.1 Investigar o conhecimento disponível

Esta fase da pesquisa teve como finalidade conhecer a teoria disponível na literatura quanto ao tema da gestão da produção. A pesquisa foi realizada em livros, dissertações e teses, em artigos relacionados ao tema: (1) gestão da produção, administrativo. (2) PCP, (3) produção de biodiesel.

Para realizar esta etapa, com finalidades definidas, foram elaborados alguns passos para o êxito da pesquisa, a saber: pesquisa dos temas na Internet, e estudo de outros trabalhos relacionados ao tema. Estes itens de investigação fazem parte da revisão da bibliografia.

3.4.2 Conhecer a gestão da produção

Nesta fase da pesquisa foram efetuadas visitas para conhecer como se encontra a gestão estratégica e os modelos de gestão de produção pensados e trabalhados para as unidades de mini usinas implantadas. A finalidade desta fase foi de identificar e relacionar o que foi pensado, para a gestão da produção nas miniusinas, verificar os problemas e as barreiras de produção e estabelecer as prioridades quanto aos problemas de gestão da produção, aplicando a técnica de pesquisa de observação *in loco* e registro dos fatos.

Para tanto, foram desenvolvidos alguns passos, como: verificar o processo de gestão da produção e o processo produtivo, os problemas de maior frequência e os que influenciaram os custos e a qualidade da produção, os conflitos nos setores e com o pessoal, para assim determinar a técnica a ser utilizada. Nesta etapa fez-se uso de questionário e observações para levantamento de dados e informações.

Esta fase do trabalho de pesquisa consistiu na identificação de como os gestores da miniusina utilizam as técnicas e ferramentas de gestão da produção para trabalharem o PCP. A partir dos dados levantados e de sua interpretação, foram apresentadas as conclusões para o estudo, apontando os pontos fortes e fracos da gestão e do PCP utilizados.

3.4.3 Comparar com a teoria

O trabalho de pesquisa é finalizado nesta fase, onde é feita a comparação da gestão da produção da mini usina com a teoria. O resultado da pesquisa é, então, apresentado nos seguintes passos: estágio do emprego da gestão da produção, estágio do emprego do PCP baseados na análise da teoria e a prática.

3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Esta fase do trabalho de pesquisa consiste na apresentação, transcrição e compilação dos dados levantados, como um dos itens do estudo de caso. A partir dos dados levantados e de sua interpretação, apresenta-se as conclusões para o estudo.

A organização, a sistemática e a análise da pesquisa seguiram uma identificação as etapas propostas de verificação e dos indicadores de trabalho, de maneira a agrupar as informações de dados da pesquisa.

A análise teve uma leitura das informações colhidas em campo. Os dados foram organizados em categorias e identificados conforme os objetivos do trabalho.

3.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE INVESTIGAÇÃO

De acordo com a revisão da literatura pertinente ao tema e com os objetivos da pesquisa, as variáveis e os indicadores deste estudo podem ser assim definidos, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Variáveis e indicadores do estudo

Objetivo	Variável	Indicador
Investigar o conhecimento disponível sobre gestão da produção e, particularmente, sobre gestão da produção de mini usina de biodiesel.	Conhecimentos da Gestão da produção nas mini usinas	- Existência de gestão da produção; - Existência de planejamento mestre de produção; - Formação da equipe de gestão; - Tipo de gerenciamento praticado.
Conhecer a gestão da produção nas mini usinas de biodiesel e sua interface com as estratégias empresariais adotadas.	Estratégias empresariais	- Estratégias de negócios utilizadas; - Plano de produção; - Plano de marketing; - Estratégias e parcerias nos negócios.
Comparar o sistema de gestão da produção nas mini usinas estudadas com a teoria disponível.	Benefícios do planejamento da produção para a atividade de produção de biodiesel das miniusinas.	- Evidências dos ganhos com PCP; - Evidências da melhoria da gestão dos negócios; - Evidências com a economia de recursos.

Fonte: Elaborado pela autora.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Este capítulo apresenta o resultado da investigação do trabalho de campo e a análise dos dados levantados nas mini usinas. O desenvolvimento deste capítulo segue as etapas propostas no Capítulo 3, verificando os indicadores da pesquisa. Buscou-se também atingir os objetivos propostos no Capítulo 1, compreendendo a Gestão da Produção e aplicação do PCP nas mini usinas.

4.1 INFORMAÇÕES DO PROJETO BIODIESEL

O processo de transesterificação de óleos vegetais foi conduzido pela primeira vez em 1853, pelos cientistas E. Duffy e J. Patrick, muitos anos antes do motor de ciclo diesel entrar em funcionamento.

A criação do primeiro modelo do motor a diesel que funcionou de forma eficiente data do dia 10 de agosto de 1893. Foi criado por Rudolf Diesel, em Augsburg, Alemanha, e por isso recebeu seu nome. Alguns anos depois, o motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, França, em 1898. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim, um tipo de biocombustível obtido pelo processo de transesterificação.

Entre 1911 e 1912 Rudolf Diesel, inventor do motor diesel, falava que este podia ser alimentado por óleo vegetal, e que este fato iria contribuir com o desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. E que estes óleos no futuro se tornariam importantes combustíveis como o carvão e o petróleo.

Um dos primeiros usos do óleo vegetal transesterificado foi o abastecimento de veículos pesados na África do Sul, antes da Segunda Guerra Mundial. O processo chamou a atenção de pesquisadores norte-americanos durante a década de 40, quando buscavam uma maneira mais rápida de produzir glicerina para alimentar bombas, no período de guerra.

No Brasil, o pioneiro do uso de biocombustíveis foi o Conde Francisco de Matarazzo. Nos anos 60, as Indústrias Matarazzo buscavam produzir óleo através dos grãos de café. Para lavar o café de forma a retirar suas impurezas,

impróprias para o consumo humano, foi usado o álcool da cana de açúcar. A reação entre o álcool e o óleo de café resultou na liberação de glicerina, resultando em éster etílico, produto que hoje é chamado de biodiesel.

As matérias-primas mais comuns para a produção de biodiesel são plantas oleaginosas, tais como soja, girassol, amendoim, algodão, dendê, coco, babaçu, mamona etc. Podem ser utilizadas também gorduras animais ou óleos de fritura residuais, que normalmente são despejados nos esgotos.

A glicerina, subproduto da produção de biodiesel, é uma importante matéria-prima para outras cadeias produtivas, tais como tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis, e outros. A implementação da produção de biodiesel pode gerar um aumento na oferta de glicerina, baixando progressivamente seu preço (PARENTE, 2003).

Os biocombustíveis vêm sendo testados atualmente em várias partes do mundo. Países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, Alemanha, França e Itália já produzem biodiesel comercialmente, estimulando o desenvolvimento em escala industrial. O biodiesel pode ser utilizado em veículos automotores ou em motores estacionários, para geração de energia elétrica.

A União Européia produz anualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção. Isso corresponde a 90% da produção mundial deste biocombustível.

O maior país produtor e consumidor mundial de biodiesel é a Alemanha, responsável por cerca de 42% da produção mundial. Sua produção é feita a partir da colza, produto utilizado principalmente para nitrogenação do solo. A extração do óleo gera farelo protéico, direcionado à ração animal. O óleo é distribuído de forma pura, isento de mistura ou aditivos, para a rede de abastecimento de combustíveis compostas por cerca de 1.700 postos.

O Brasil, por sua extensão territorial e pelas vantajosas condições edafoclimáticas, passa a ser um forte concorrente mundial para a exploração da biomassa com fins alimentícios, químicos e energéticos. No caso do Biodiesel, têm-se oleaginosas que são matérias-primas de superior qualidade para obtenção do produto: mamona, dendê, soja, babaçu e girassol, entre outras espécies da flora nacional que não interferem na cadeia alimentar humana.

O uso do biodiesel pode atender a diferentes demandas de mercado, significando uma opção singular para diversas características regionais existentes

ao longo do território nacional. As políticas públicas concernentes à sua produção e à sua comercialização devem buscar a inclusão social e o desenvolvimento sustentável, com ênfase na produção em pequena escala.

4.2 PROGRAMA DE BIODIESEL DO INSTITUTO CENTEC

A extração de óleo vegetal e seu uso para a produção de biodiesel com a implantação das mini usinas tem sido uma questão de discussão entre os pesquisadores e estudiosos do desenvolvimento local. A produção de biodiesel surge como uma alternativa tanto para a redução da dependência mundial dos combustíveis fósseis, como da poluição ambiental, e se destaca como uma das fontes de energia renovável estratégica para o desenvolvimento regional e nacional promovendo a inclusão social (TAVARES JR.; AGUIAR, 2008).

Com a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que estabelece a adição de 2% de biodiesel e seu crescimento para 5% ao óleo diesel, gera-se uma demanda de 2,1 bilhões de litros deste biocombustível (RODRIGUES, 2006), o que motivou a instalação de mini usinas no semiárido cearense com o objetivo de gerar trabalho e renda, promovendo a inclusão social.

O Programa Biocombustíveis do Instituto CENTEC (Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC), no grupo de trabalho referente à área industrial, tem ações voltadas para o projeto, fabricação e instalação de mini usinas no semiárido cearense para extração de óleo vegetal e produção de biodiesel com foco na melhoria da eficiência dos processos de produção, na utilização dos subprodutos e na difusão da tecnologia na cadeia produtiva.

No cenário do Estado do Ceará, a Petrobrás instalou uma usina de biodiesel no município de Quixadá, para produzir 57 milhões de litros/ano, sendo necessárias 140 toneladas de óleo vegetal/mês. No município de Crateús, Sertão Central do Estado, tem-se uma usina da iniciativa privada com produção de 118,8 milhões de litros/ano.

Dados da EMATERCE (2008) revelam que 14.827 famílias plantam mamona em 16.000 hectares de área, sendo a meta atingir 69 mil famílias até 2012. A previsão de produção de baga de mamona para 2009 é de aproximadamente 22.747,28 t, estando a compra garantida pela Petrobrás (Petrobras).

No Estado do Ceará tem sido dada prioridade ao cultivo da mamona, que é uma cultura típica da região Nordeste e que já é bem adaptada às temperaturas compreendidas entre 20°C e 30°C e sob forte insolação. Nas regiões semi-áridas do Brasil, esse vegetal ocupa um lugar especial entre as oleaginosas, sobretudo por sua tolerância à seca e sua facilidade de manejo, vantagem importante quando se trata de agricultura em exploração familiar (PINA *et al.* 2005). Além disso, ocupa posição de destaque entre as espécies oleaginosas disponíveis no Brasil, por possuir um dos maiores percentuais de óleo em seus grãos (Quadro 3), gerando uma maior produtividade por hectare plantado, viabilizando o seu cultivo.

Quadro 3 - Rendimento em óleo de diversas oleaginosas

Oleaginosas	Rendimento em óleo
Algodão	30 a 40%
Amendoim	40 a 50%
Arroz	15 a 23%
Babaçu	58 a 67%
Coco	50 a 65%
Colza	39 a 45%
Gergelim	48 a 55%
Girassol	45 a 55%
Linhaça	35 a 45%
Mamona	45 a 55%
Milho (germe)	30 a 36%
Palma (dendê)	35 a 45%
Palmiste	55 a 65%
Soja	18 a 21%

Fonte: ABIOVE (adaptado de PINA *et al.* 2005).

O Instituto CENTEC (Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC), em seu Programa Biocombustíveis, atua na implantação de miniusinas no interior do Estado. Dentre os projetos desenvolvidos destacam-se o projeto que tem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com a concessão de bolsas, e outro firmado com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). O Instituto CENTEC e a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC) são as instituições que executam os projetos que tem por objetivo desenvolver uma unidade industrial de beneficiamento de grãos oleaginosos de origem da agricultura familiar a ser instalada no município de Itapipoca – CE.

Convênios de grande relevância foram firmados com o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Um deles tem como objeto o desenvolvimento e projetos de instalação de duas mini usinas de produção de biodiesel já implementadas nos perímetros irrigados localizados nos municípios de

Tauá e Piquet Carneiro, com recursos oriundos de Emenda Parlamentar no Ministério da Integração Nacional. Outro desenvolvido com recursos do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT também de Emenda Parlamentar, objetivou a instalação de mais três mini usinas de biodiesel, em fase de implementação, nos municípios de Sobral, Russas e Aracoiaba.

O Instituto CENTEC conta ainda com um projeto para a implantação de uma mini usina no município de Limoeiro do Norte, que se encontra em fase de instalação, para a qual prestou apoio técnico nas etapas de desenvolvimento, construção, montagem e difusão tecnológica em parceria com a Prefeitura Municipal.

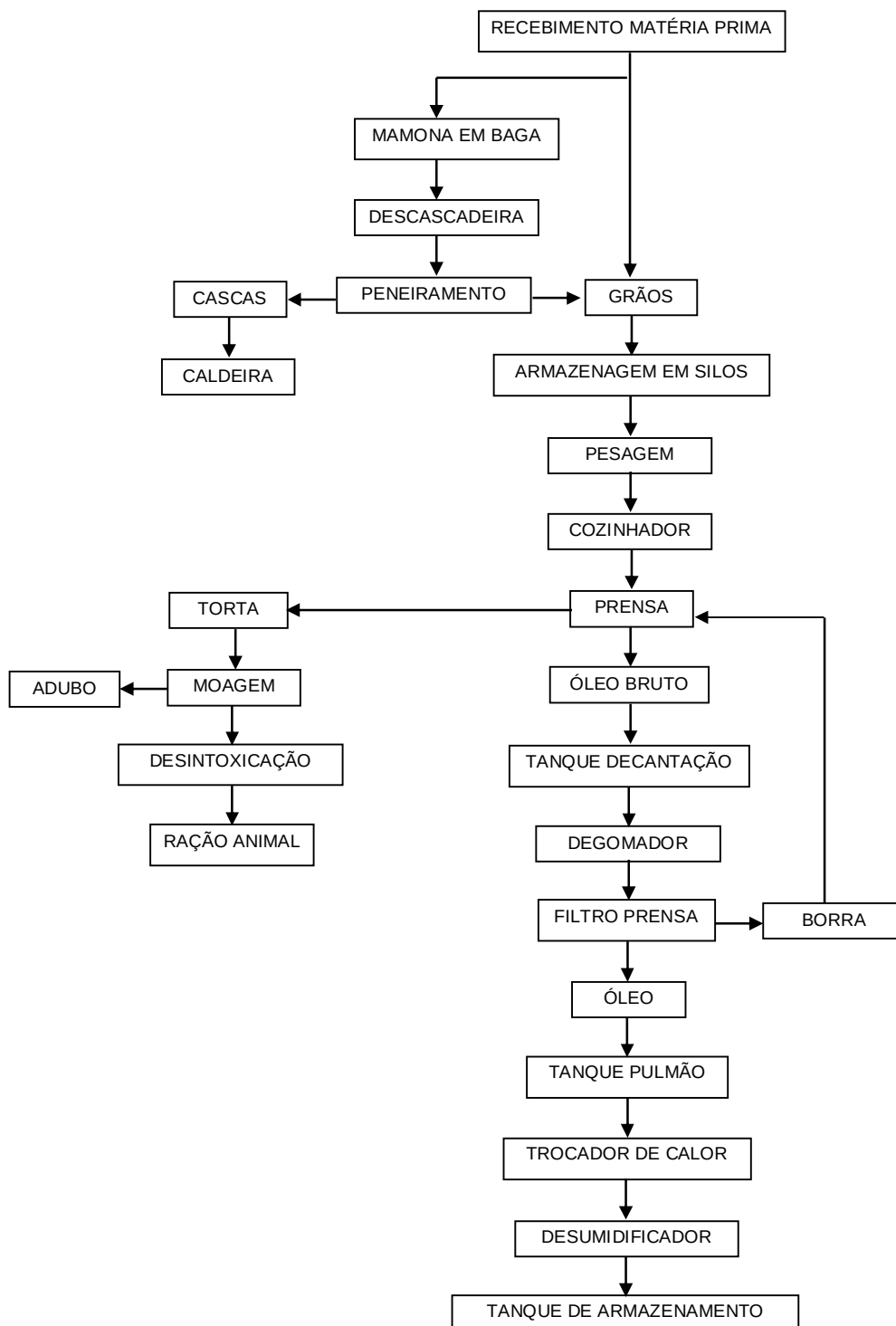
Ainda nesse contexto, ações de difusão tecnológica estão sendo realizadas, com elaboração de manuais de gestão, operação e manutenção e treinamentos aos cooperados e operadores das mini usinas.

Cada unidade de esmagamento produzirá 8.000 kg de óleo. Para o caso específico da mamona, serão necessários 20.000 kg de baga, sendo que esta deverá ser originada na agricultura familiar, gerando emprego e renda para aproximadamente 2.200 famílias.

4.2.1 Fluxograma do processo do projeto CENTEC para extração de óleo vegetal

O projeto das mini usinas do Programa de Biocombustíveis do CENTEC segue o roteiro de processos da literatura de processos químicos. O diferencial encontra-se nos estudos para desenvolvimento dos equipamentos e do controle no processo de produção, onde há escassez de dados e informações. A Figura 2 mostra as fases do processo de extração de óleo vegetal.

Figura 2 - Fluxo da extração de óleo vegetal



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.2.1.1 Descrição do processo de extração de óleo vegetal do Projeto de miniusina biodiesel do Instituto CENTEC

O processo de obtenção do óleo vegetal segue a sequência da Figura 2, processo definido nas mini usina de biodiesel, que será descrito a seguir:

- a) **Recebimento da Matéria Prima:** A compra é feita diretamente ao produtor, evitando o atravessador. Como forma de incentivo à cultura da mamona, o produtor poderá fornecê-la sem a necessidade de descascar;
- b) **Descasque da Mamona:** Toda mamona que chegar à unidade e ainda com casca, passará por uma máquina de descasque, que irá descascar a mamona e realizar a limpeza, que é a separação da baga da casca. A baga irá para o silo de armazenamento e a casca será utilizada na caldeira para a geração de vapor;
- c) **Cozimento:** com o objetivo de facilitar a extração, as sementes são aquecidas a uma temperatura entre 80 a 100 °C em um cozinhador vertical de três estágios;
- d) **Prensagem:** realizada por prensas extrusoras tipo *expeller*, tendo como produtos óleo e torta;
- e) **Tanque de decantação:** este tem a função de decantar parte da borra resultante da prensagem e o óleo sobrenadante segue para processo de degomagem;
- f) **Degomador / Homogenizador:** para a remoção da goma (fosfatídios) o óleo é ser aquecido a 120 °C, em um tanque vertical com aquecimento por convecção (câmara de vapor externa) e vapor direto;
- g) **Filtro prensa:** para a remoção das impurezas e das gomas provenientes da prensagem e degomagem, o óleo aquecido é filtrado em filtro de placas;
- h) **Trocador de Calor:** tem a função de aquecer o óleo para o processo de desumidificação;
- i) **Desumidificador:** composto de um tanque vertical hermeticamente fechado, o óleo previamente aquecido pelo trocador de calor é pulverizado sob vácuo para remoção da umidade;

- j) **Tanques de Armazenamento:** após serem realizados os testes de laboratório (acidez, umidade, impureza, cor) e, desde que estejam dentro dos padrões exigidos, o óleo é estocado em tanques verticais.

No recebimento da matéria-prima, a mamona que chegar à unidade e que ainda esteja em casca, passará por uma máquina de descasque, que irá descascar a mamona e realizar a limpeza, que é a separação da baga da casca. A baga irá para o silo de armazenamento e a casca será utilizada na caldeira para geração de vapor.

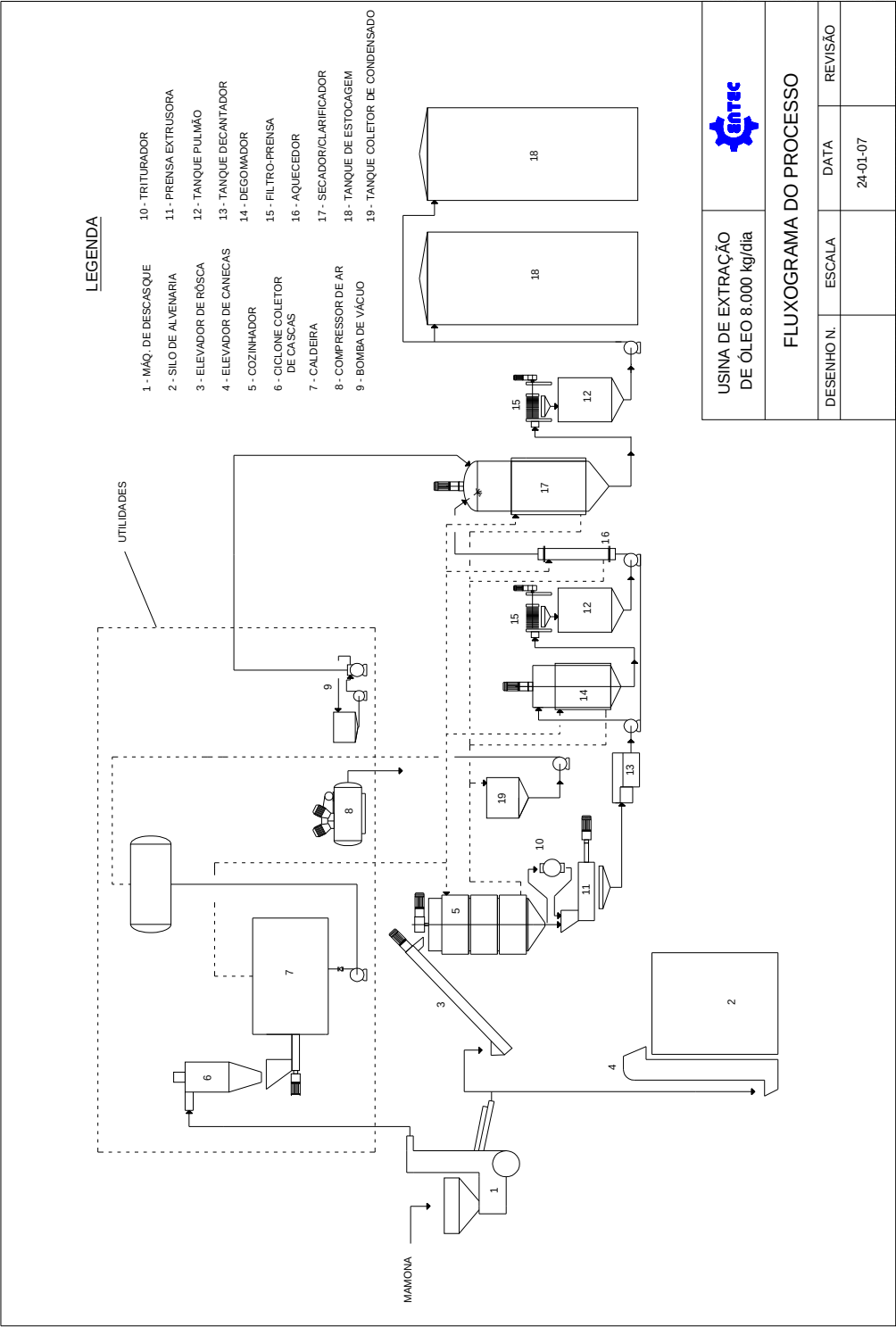
Na prensagem tem-se também como subproduto a torta que poderá passar pela moagem e ser utilizada como adubo ou desintoxicada para utilização como ração animal. Ou ser utilizada como combustível para geração de vapor.

Outro subproduto que se tem é a borra proveniente do filtro-prensa que retorna à prensa para retirada de óleo.

4.2.2 Simbologia do fluxo do processo de extração de óleo vegetal das mini usinas

A Figura 3 mostra o fluxograma com simbologia dos componentes da mini usina de extração de óleo vegetal onde se podem verificar todas as etapas do processo.

Figura 3 - fluxograma com simbologia dos componentes da miniusina de extração de óleo vegetal



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.3 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA MINI USINA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS

A Figura 4 mostra a caldeira utilizada nas mini usinas do Programa Biocombustíveis do CENTEC. Nas várias mini usinas têm-se outras marcas deste equipamento. A caldeira ou geradora de vapor saturado horizontal utiliza como fonte de energia a lenha e subprodutos do processo como torta, borra, casca de mamona, são fabricadas de acordo com as normas da ABNT e ASME. Tem a função de gerar vapor para o cozimento dos grãos e degomagem no processo.

Figura 4 - Caldeira horizontal



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

O conjunto cozinhador e prensa executa a primeira etapa do processo depois do recebimento e armazenagem da matéria-prima. O cozinhador vertical tem a função de cozinhar os grãos para facilitar a moagem e favorecer o desprendimento do óleo no interior da baga. Para esta etapa do processo faz-se necessária a geração de vapor pela caldeira, equipamento mostrado a Figura 4, para preparação e condicionamento térmico da massa a ser prensada, através de aquecimento por meio de vapor indireto. É construída com chapas de aço carbono, com câmara de vapor, estrutura metálica de sustentação do aparelho e boca de descarga com

regulagem da alimentação diretamente sobre a prensa. A Figura 5, em sua parte superior, mostra um cozinhador de três estágios.

Figura 5 - Conjunto cozinhador e prensa (Tauá –CE)



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

O cozinhador utilizado nas mini usinas do Instituto CENTEC apresenta três estágios que operam a temperaturas entre 80 a 100°C, com agitação dos grãos para homogeneização do aquecimento por vapor indireto proveniente da caldeira.

A prensa, equipamento inferior do conjunto da Figura 5, tem a função de esmagar o grão depois de pré-aquecido pelo cozinhador. Seu funcionamento é semelhante ao moinho de carne, possui um fuso com sistema de rosca que vai esmagando os grãos e pressionando a torta à medida que a expulsa e extrai o óleo. Nesta operação o óleo sai com borra e goma. A prensa utilizada é do tipo extrusoras *Expeller*. Sua capacidade de esmagamento é de 8.000 kg de grãos / 20h, com uma vazão de óleo de 400 kg/h. Para cada tonelada de óleo produzido são geradas 1,28 toneladas de torta que pode ter um residual de óleo entre 5 a 10%.

Após o esmagamento o óleo produzido vai para um tanque de decantação (abaixo da superfície da mini usina) para separação das impurezas maiores e mais pesadas. Esta etapa do processo ocorre por decantação onde a borra do óleo, por ser mais densa, sedimentará no fundo do tanque.

Nas miniusinas do Instituto CENTEC são utilizados 2 decantadores, cada um com capacidade de 3.000 litros, tendo um tempo de decantação das borras de aproximadamente 5 horas.

Após a decantação, o óleo passa para os degomadores, onde são removidas as gomas (fosfatídeos) que conferem acidez ao óleo. O degomador, equipamento apresentado na Figura 6, é construído em chapas de aço carbono, em forma cilíndrica vertical, com aquecimento através de câmara de vapor, destinado a receber o óleo do tanque de decantação. O equipamento possui um eixo central com paletas para homogeneização da mistura óleo e água (vapor direto), a fim de promover a precipitação das gomas.

Figura 6 – Degomador



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Na mini usina são utilizados dois degomadores com as características técnicas relacionadas abaixo:

- Remoção de gomas (fosfatídeos);
- Capacidade volumétrica – 1.000 litros cada;
- Adição de 6% de água – 60 litros;
- Aquecimento com vapor – vasos encamisados;
- Tempo de aquecimento – 1,5h;
- Tempo de degomagem – 1,0h.

O óleo fica armazenado num tanque de piso (pulmão) aguardando passar pelo filtro-prensa.

Para a remoção das gomas e outras impurezas presentes no óleo utiliza-se um filtro-prensa (Figura 7). Este equipamento é composto de placas intercambiadas com tecido de algodão, no qual ficarão retidos os sólidos suspensos, com sistema de fechamento das placas manual. O filtro-prensa utilizado nas miniusinas possui um fuso para que se possa fazer a união das placas por meio de aperto (pressão). O óleo é bombeado, passa através das placas e os tecidos fazem a filtração do óleo que segue para armazenamento em um tanque pulmão já isento de impurezas.

Figura 7 - Filtro-prensa



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Os filtros-prensa utilizados nas mini usinas do Instituto CENTEC apresentam as seguintes características para remoção das impurezas provenientes da degomagem:

- Vazão – 1.500 L/h;
- Meio filtrante – tecido;
- Número de placas – 19 placas de 630 mm;
- Paradas para limpeza do meio filtrante – ao final de cada operação.

Após a filtração, o óleo passa por um trocador de calor onde será aquecido a uma temperatura de 87°C para facilitar a remoção de umidade no desumidificador.

A etapa seguinte ao trocador de calor ocorre no desumidificador, que é um tanque vertical submetido a vácuo (pressão negativa de 24 polHg), onde o óleo aquecido é pulverizado de forma descendente, para que as gotículas de água se desprendam do óleo e sejam retiradas através de uma bomba de vácuo. O óleo deverá ter uma umidade final de até 0,1%. A Figura 8 mostra um desumidificador utilizado nas miniusinas em estudo.

Figura 8 - Desumidificador de óleo



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Cumpridas as etapas anteriormente citadas, o óleo será armazenado em tanques e estará pronto para ser utilizado na produção de biodiesel, atendendo aos requisitos de índice de acidez, umidade e percentual de sólidos suspensos. No caso das miniusinas em estudo, a capacidade dos tanques verticais é suficiente para armazenamento da produção de 08 (oito) dias.

Esta primeira fase da produção é um processo contínuo onde o produto, óleo, com as características para biodiesel, pode ser comercializado para as grandes usinas ou utilizado no processo de produção do biodiesel.

A descrição do processo de extração de óleo mostra que nesta fase da produção a mini usina é de processo contínuo, dependendo da capacidade de esmagamento, da capacidade de degomação e de filtro-prensa.

O dimensionamento da mini usina para 8.000 L/dia que corresponde a um processamento de 20.000 t/dia de grãos de mamona, dados a serem utilizados na programação e planejamento da produção, considerando a capacidade instalada.

Baseado no exposto deve-se considerar a capacidade de armazenamento tanto de grãos como de produto – óleo. Neste caso, a gestão da produção desta etapa da mini usina torna-se perfeitamente compreensível tanto do ponto de vista do conhecimento da capacidade instalada e do controle do processo.

A gestão da produção fica atrelada à produção de grãos e sua logística, que, neste caso, para compra e distribuição da matéria-prima dos pequenos produtores pode vir a ser um fator que comprometa o bom desempenho da produção.

A mão de obra a ser utilizada na operação da miniusina de extração compreende 05 (cinco) pessoas por turno de 8h (oito horas), assim distribuídos:

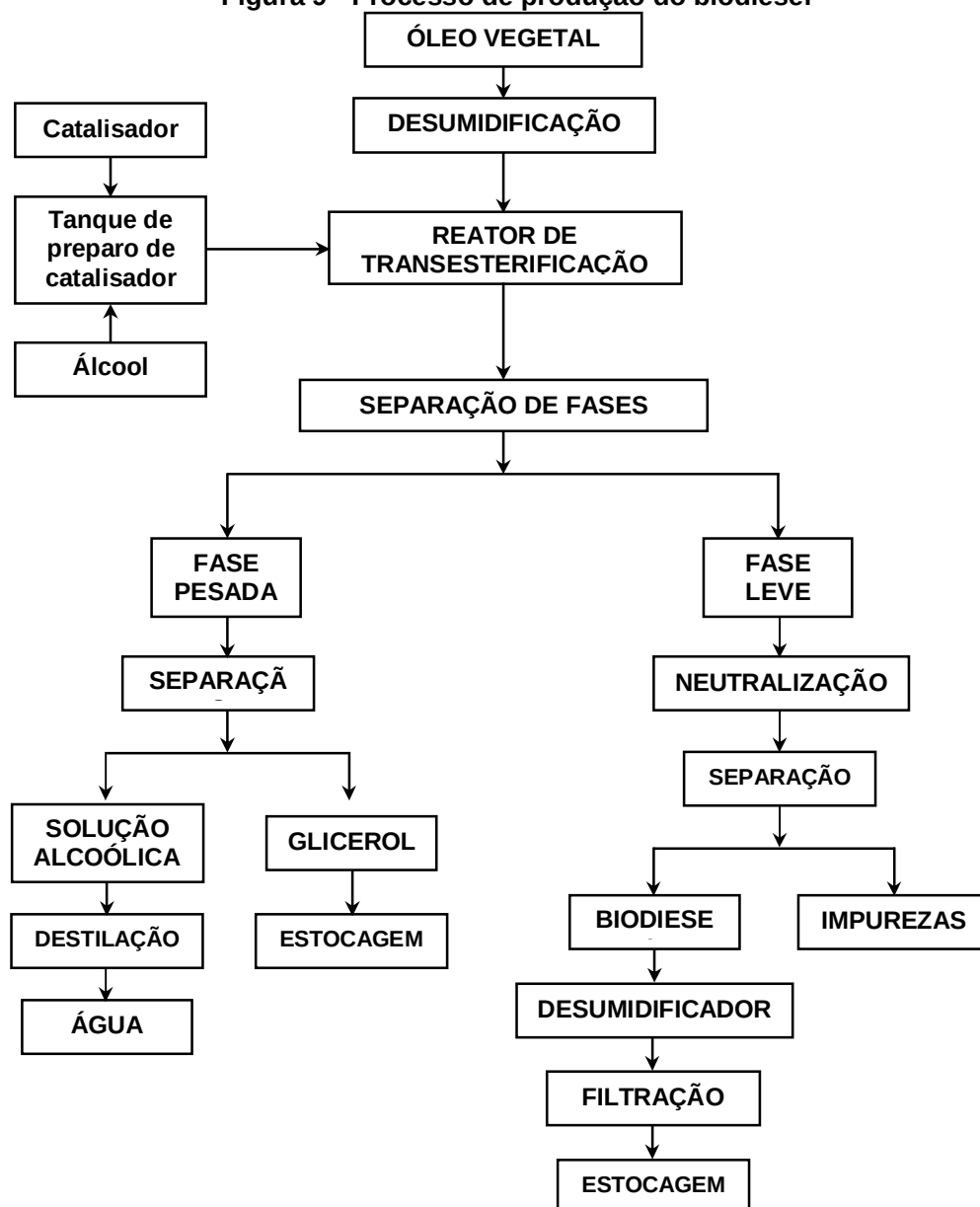
- 01 operador de caldeira;
- 01 operador de prensa;
- 02 auxiliares de serviços gerais;
- 01 coordenador que realize o controle de qualidade em laboratório.

4.4 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BODIESEL DO PROJETO CENTEC

O projeto das mini usinas do Programa de Biocombustíveis do CENTEC segue o roteiro de processos da literatura de processos químicos. A Figura 9 mostra

as fases do processo de produção do biodiesel conforme o verificado nas mini usinas.

Figura 9 - Processo de produção do biodiesel

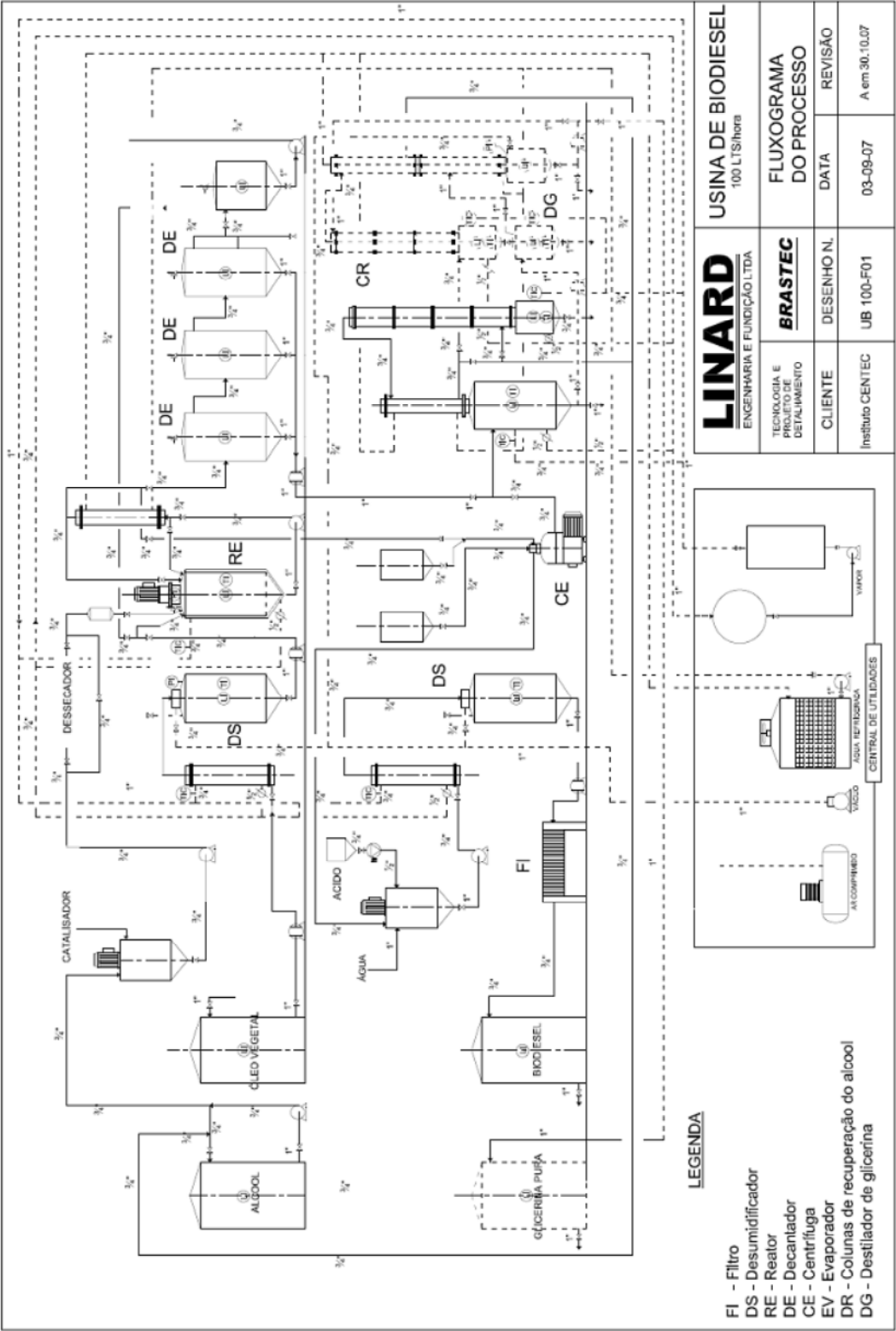


Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.4.1 Fluxograma do processo de biodiesel das miniusinas

A Figura 10 mostra o fluxograma com simbologia dos componentes da mini usina de produção de biodiesel, onde se podem verificar todas as etapas do processo.

Figura 10 - Fluxograma do processo de produção do biodiesel



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.4.2 Descrição do processo de produção de biodiesel

O processo de obtenção do biodiesel segue a sequência da **Figura 9**, para a mini usina de biodiesel em estudo. O processo é realizado em bateladas e suas etapas serão descritas a seguir:

- a) Recebimento da matéria-prima:** o óleo utilizado para produção do biodiesel é proveniente da última operação da extração de óleo, desumidificação, ou de óleo estocado;
- b) Preparação da matéria-prima:** o óleo vegetal se estiver estocado deverá passar por um processo de desumidificação (**Figura 11**) para remoção da umidade, para que possa seguir para o processo de transesterificação.

Figura 11 - Desumidificador de óleo (DES-O), desumidificador de biodiesel (DES-B)

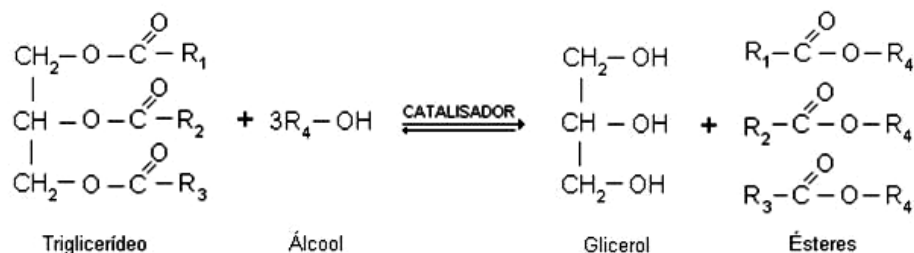


Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

- c) Reação de transesterificação:** nas mini usinas do Instituto CENTEC a reação de transesterificação, ilustrada na **Figura 11**, acontece num reator por batelada, com aquecimento por vapor indireto (60°C), conforme apresentado na **Figura 12**. O processo de produção de biodiesel se dá

pela reação do óleo vegetal (éster - triglicerídeo) com álcool (metanol ou etanol) e um catalisador alcalino (NaOH ou KOH), de acordo com o mecanismo apresentado abaixo.

Figura 12 - Reação de transesterificação do óleo vegetal



Fonte: Elaborada pela autora

O óleo deve ser desumidificado, e posteriormente levado ao reator onde será adicionada a solução catalisadora (álcool + NaOH ou KOH) previamente preparada no tanque de preparação de catalisador (Figura 12). A mistura permanecerá a 60°C até que a conversão do óleo vegetal em biodiesel seja completada. O tempo de reação varia de acordo com o tipo de óleo vegetal, sendo de aproximadamente 45 minutos para o óleo de algodão ou duas bateladas de 60 minutos cada para o óleo de mamona. Nesta reação são obtidos o biodiesel (éster) e glicerol (glicerina) que deverão ser separados.

Figura 13 - Reator de transesterificação



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Figura 14 - Tanque de preparo do catalisador (TPC) e tanque de lavagem de biodiesel (TLB)



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

d) Separação das fases: após a reação de transesterificação a mistura de biodiesel mais glicerol deve ser separada em uma série de três tanques de decantação. A Figura 15 mostra a separação das fases: fase pesada, mistura de glicerol (líquido escuro), álcool e impurezas no fundo do tanque; fase leve, éster (líquido amarelo) e resíduos do processo, menos densos, na parte de superior. O éster segue para o tanque de fase leve (Figura 16):

Figura 15 - Tanques de decantação para separação das fases



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Figura 16 - Tanque de fase leve (TFL)



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

- Fase Leve

- a) Neutralização:** o éster produzido é neutralizado, num tanque de lavagem de biodiesel (Figura 14 – TLB) através da adição de uma solução de água e ácido sulfúrico (H_2SO_4) para ajuste de pH e remoção de algumas impurezas, como sabões, resíduos de glicerol;
- b) Separação:** a mistura resultante da neutralização é separada através de uma centrífuga (Figura 17), sendo as impurezas enviadas para a estação de tratamento de efluentes e o biodiesel segue para ajuste de umidade:

Figura 17 - Centrífuga



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

- c) **Desumidificação:** o biodiesel é aquecido em um trocador de calor e pulverizado num tanque pressurizado com pressão negativa (vácuo) para remoção de gotículas de água visando reduzir a sua umidade. A Figura 11 ilustra o desumidificador de biodiesel (DES-B);
- d) **Filtração:** para finalização do processo o biodiesel é filtrado em filtro-prensa (filtro de placas) para polimento. Nesta etapa são removidas algumas sujidades ou resíduos restantes do processo. Nas Figuras 18 e Figura 19 observa-se o filtro-prensa com as suas placas intercaladas com tecidos para filtração de partículas de impurezas;

Figura 18 - Filtro-prensa



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

Figura 19 - Filtro-prensa aberto



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

e) Estocagem: após estar isento de impurezas e atendendo aos parâmetros exigidos, o biodiesel segue para tanque de estocagem, onde é adicionado um antioxidante.

- Fase pesada

a) Separação: a fase glicerizada, constituída de glicerol, água e metanol, passa por um evaporador (Figura 20 - EVA) onde é aquecida por vapor indireto até o ponto de ebulição da solução alcoólica (álcool + água), para que esta seja evaporada e condensada, com consequente separação do glicerol;

b) Destilação: tem a finalidade de desidratar o metanol. A solução alcoólica (álcool + água) proveniente do evaporador segue para a coluna de recuperação de metanol (Figura 20 - CRM) para concentração do álcool, isto é, separação do álcool da água por destilação, que envolve a diferença do ponto de ebulição dos dois líquidos. O álcool resultante da separação retorna para o tanque de armazenamento de álcool.

Figura 20 - Evaporador de metanol (EVA) e coluna de recuperação de metanol (CRM)

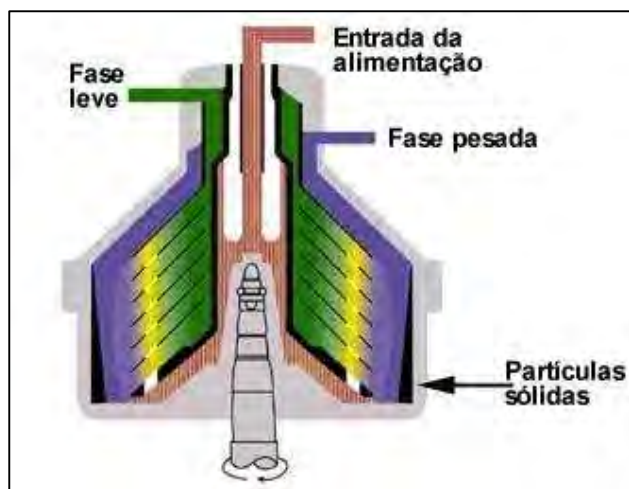


Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.4.3 Descrição dos equipamentos da mini usina de biodiesel

- a) **Trocador de calor:** coluna fabricada em aço com tubos internos onde o fluido (óleo ou biodiesel) escoia para aquecimento por convecção com vapor direto da caldeira;
- b) **Desumidificador de óleo vegetal e de biodiesel:** tanque cilíndrico construído em aço, revestido com cerâmica para manutenção da temperatura, pressurizado com pressão negativa (vácuo) de 24 polHg (Figura 11). O óleo ou biodiesel é pulverizado de forma descendente para separação das microgotículas de água que serão arrastadas pela bomba de vácuo, reduzindo a umidade do óleo;
- c) **Tanque de preparo de catalisador:** recipiente cilíndrico em aço, com mecanismo de agitação, onde são adicionados o metanol e o catalisador (NaOH ou KOH) para homogeneização (Figura 14);
- d) **Reator de transesterificação:** reator cilíndrico fabricado em aço, revestido para aquecimento por convecção, com agitação mecânica para homogeneização do óleo com a solução catalisadora (Figura 4.12). Possui acoplado um tanque pulmão para solução catalisadora e um recirculador de álcool, já que este sofre evaporação durante o processo;
- e) **Tanques de decantação:** composição de três tanques cilíndricos em série, fabricados em aço, para separação do éster da fase glicerínada (Figura 15);
- f) **Tanque de lavagem de biodiesel:** construído em aço com agitação mecânica para homogeneização do biodiesel com a solução ácida (água + H_2SO_4) para neutralização e lavagem das impurezas (Figura 14);
- g) **Centrífuga:** equipamento para separação de misturas heterogêneas, no caso uma emulsão óleo-água (Figura 17). É um recipiente cilíndrico que gira a alta velocidade criando uma força centrífuga que promove a separação biodiesel-água. A emulsão é bombeada com fluxo ascendente no centro da centrífuga e com a rotação percorre o tambor. O líquido mais denso (biodiesel) ficará na periferia do tambor e o líquido menos denso (água + impurezas) no centro do tambor (Figura 21). Os líquidos separados serão retirados da centrífuga por duas saídas;

Figura 21 - Esquema do funcionamento da centrífuga



Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

- h) Filtro-prensa:** utilizado para separação de sólido-líquidos, composto por armação de aço, sequência de placas revestidas com lonas de filtragem (Figura 20). O biodiesel flui através dos elementos filtrantes permeáveis (lonas), os quais permitem a passagem do líquido e retém os sólidos. As placas são unidas por fechamento hidráulico, mantendo-as pressionadas umas contra as outras durante todo o processo de filtração. O biodiesel é bombeado através das placas com uma vazão de 4.000 litros/hora;
- i) Evaporador:** consiste num tanque cilíndrico, fabricado em aço, no qual a emulsão álcool + água + glicerol é aquecida por vapor indireto até o ponto de ebulição da solução alcoólica (álcool + água) para que esta seja evaporada e condensada (Figura 20);
- j) Coluna de recuperação de metanol:** coluna de destilação em aço onde ocorre a desidratação do metanol (Figura 20). A solução alcoólica (álcool + água) é aquecida na sua base até atingir o ponto de ebulição do metanol (64,7°C). A separação dos dois líquidos ocorre por diferença de pontos de ebulição. O metanol por ter um ponto de ebulição menor do que a água (100°C) evaporará, será condensado e retirado no topo da coluna; a água permanecerá na base. O metanol recuperado será bombeado para o tanque de armazenamento para retornar ao processo.

4.5 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM UMA MINIUSINA

Nos tópicos a seguir são apresentados os elementos que compõem o Planejamento e Controle da Produção (PCP) básico de uma miniusina.

4.5.1 Levantamento da oferta de matéria-prima de oleaginosas no Ceará

De acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará – SDA, a safra de 2009 para as oleaginosas plantadas pelos agricultores familiares é mostrada na Tabela 1

Tabela 1 - Expectativa de produção de oleaginosas no Ceará - safra 2009

Cultura	Número de produtores	Área plantada (ha)
Gergelim	243	345,40
Algodão	326	506,80
Amendoim	598	616,12
Girassol	1.163	1.952,50
Total	2.330	3.420,82

Fonte: SDA-CE.

Já para a produção de grãos de mamona, a previsão de plantio encontra-se apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Expectativa de produção de mamona no Ceará - safra 2009

Cultura	Produtividade esperada (kg/ha)	Número de Agricultores familiares	Área total (ha)
Mamona Guarani	1000 a 2500	60	137,40
Mamona BRS - Energia	1500	1.634	3.051,20
Mamona Nordestina	1500	6.676	16.209,20
Mamona Paraguassu	1500	14.143	31.151,70
Total		22.513	50.549,50

Fonte: SDA-CE.

Tomando-se por base a produção histórica de baga de mamona de 0,450 t/ha no Estado do Ceará e a área de 50.549,50 ha, a previsão de produção de grãos para 2009 seria de 22.747,28 t.

4.5.2 Capacidade instalada de uma miniusina

As mini usinas do Instituto CENTEC foram projetadas para uma produção diária de óleo na ordem de 8.000 kg/dia de óleo e uma produção de 2.500kg/dia de biodiesel.

Cada unidade de esmagamento com produção de 8.000 kg/dia de óleo, para o caso específico da mamona, serão necessários 20.000 kg de baga (grãos de mamona), gerando emprego e renda para aproximadamente 2.200 famílias, cada família plantando um hectare.

A importância estratégica de uma mini usina encontra-se em poder cooperar para o desenvolvimento econômico regional, na medida em que se possa explorar a melhor alternativa de fonte de óleo vegetal (óleo de mamona, de soja, de dendê etc.) específica de cada região. O consumo do biodiesel em lugar do óleo diesel baseado no petróleo pode claramente diminuir a dependência ao petróleo (a chamada "petrodependência") e contribuir para a redução da poluição atmosférica. Isso ocorre por que o biodiesel contém menores teores de enxofre e outros poluentes, além de gerar alternativas de empregos em áreas geográficas menos propícias para outras atividades econômicas e, desta forma, promover a inclusão social.

4.5.3 Levantamento da demanda de matéria-prima (grãos de oleaginosas) para uma mini usina

Considerando que as mini usinas implantadas necessitam 20.000 kg de grãos por dia para seu funcionamento, para que se tenha uma produção de 8000 kg de óleo por dia e, considerando que um mês tem 22 dias úteis, então no ano tem-se 264 dias úteis. Isto nos leva a uma necessidade de aproximadamente 5.280.000 kg de baga por ano para o funcionamento de uma mini usina de extração para produção de óleo vegetal. Estes recursos são para a parte de produção em processo contínuo, primeira fase da produção das mini usinas de biodiesel.

As mini usinas têm capacidade de processamento de óleo para transformar em biodiesel de 2.500 kg de óleo por dia que são transformados em 2.500 kg de biodiesel. Este processo ocorre em bateladas, portanto não é um processo contínuo.

Assim, tem-se um excedente de 5.500 kg de óleo por dia, derivado da primeira etapa do processo de fabricação da mini usina. Este óleo excedente deve ser vendido para as grandes empresas processadoras de biodiesel como a Petrobrás em Quixadá e Brasil Ecodiesel em Crateús.

Outro dado importante de levantamento para o PCP é a necessidade de local para armazenamento, que será apresentado no próximo tópico.

4.5.4 Controle de estoque de matéria prima e produtos

O estoque de matéria-prima (grãos) é realizado em um silo que tem capacidade para 40.000 kg de grãos, volume suficiente para dois dias de produção. Este armazenamento se dá dentro das instalações da miniusina, onde o produto armazenado já passou pela peneira, separando os grãos das impurezas como casca, galhos e areias.

O restante dos grãos que chega em sacaria são armazenados em um lado do galpão que permite um volume de armazenamento de 440.000 kg de grãos, o que permite a mini usina funcionar por um mês.

O estoque de óleo e biodiesel é feito em tanques verticais com capacidades de 64.000 kg de óleo e 32.000 kg de biodiesel. Isso nos mostra que o armazenamento de óleo corresponde a 04 (quatro) dias de esmagamento de grãos na primeira fase do processo. E o armazenamento de biodiesel tem capacidade para 12 dias de biodiesel.

4.5.5 Previsão de vendas

A previsão de vendas está atrelada à produção diária das mini usinas. O Quadro 6 apresenta a previsão de vendas dos produtos, óleo e biodiesel, baseada na capacidade produtiva. Ressalta-se que as empresas de biodiesel do Ceará estão importando dos estados vizinhos e do Centro-Oeste óleo de soja e algodão para o processamento de biodiesel.

Tabela 3 - Previsão de vendas

Produto	Necessidade de matéria prima (kg)	Capacidade produtiva (kg/dia)	Previsão de venda (kg/dia)	Previsão de venda no mês (kg)
Óleo	20.000	8.000	5.500	121.000
Biodiesel	2.500	2.500	2.500	55.000

Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008)

No próximo tópico tem-se o cálculo da carga de trabalho para o funcionamento de uma mini usina.

4.5.6 Previsão de carga de trabalho

No caso da produção de óleo por processo contínuo a previsão da carga de trabalho está relacionada a 04 (três) homens trabalhando 8 h por turno. Isso nos dá um total de 09 (nove) homens e uma carga de 24 h de trabalho por dia.

Na produção de biodiesel tem-se uma carga de trabalho de 02 (dois) homens trabalhando 8h por turno. Isso nos dá um total de 06 (seis) homens e uma carga horária de 24h de trabalho por dia. Além de um coordenador para gerenciar a mini-usina.

A Tabela 4 apresenta a carga horária de trabalho de uma mini usina para o funcionamento em 11 meses, o que corresponde a um ano de trabalho, tendo em vista que eles têm uma parada de manutenção e férias de um mês que ocorre na entressafra.

Tabela 4 - Cálculo da previsão de carga de trabalho

Produto	Número de homens por turno	Carga horária / turno (h)	Número de turno	Número de dias no mês	Número de meses	Total de horas no ano (h)
Óleo	4	8	3	22	11	23.232
Biodiesel	2	8	3	22	11	11.616
Coordenador	1	8	3	22	11	5.808
Total						40.656

Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.5.7 Programação da produção na fase de extração de óleo

Para a etapa de extração de óleo onde o processo é contínuo tem-se os tempos de processamento representado no Quadro 4. O tempo total para processar 1000 L de óleo é de 260 minutos. Cada atividade ou utilização de máquina para esta fase do processo está representada conforme tempos médios levantados na unidade.

Quadro 4 - Levantamento dos tempos médios do processo de extração

Produto	Qtde. (Kg)	Tempo (min)	Máquina	Gráfico do processo (tempo em min)					
				50	100	150	200	230	260
Óleo bruto	1000kg	150	Prensa						
Óleo bruto	1000kg	150	Tanque de decantação						
Óleo bruto	1000kg	50	Degomador						
Óleo filtrado	1000kg	30	Filtro prensa						
Óleo refinado	1000kg	30	Desumidificador						

Fonte: Projeto biodiesel do Instituto CENTEC (2008).

4.5.7.1 Controle da produção de óleo

O controle da produção de óleo é realizado por meio do volume de grãos esmagados, ou seja, a quantidade em quilos de grãos que entra na prensa e o volume de óleo extraído. No caso da mini usina em estudo o volume de óleo que é retirado corresponde a 40% do volume, em kg de baga (grãos) utilizado. Já as características de qualidade do óleo são consideradas a viscosidade, a umidade e a acidez, isto na própria mini usina. Outros parâmetros podem ser verificados em laboratórios mais equipados.

4.5.8 Programação da produção na fase de biodiesel

Para a fase de biodiesel o processo é realizado por bateladas e a produção diária é de 2.500 kg de biodiesel em 24 h de trabalho em três turnos. O Quadro 5 mostra os tempos de processo em cada equipamento utilizado na produção do biodiesel.

Quadro 5 - Levantamento dos tempos médios do processo de produção biodiesel

Produto	Qtde. (L)	Tempo (min)	Máquina	Gráfico do processo (tempo em min)						
				15	105	465	475	495	510	530
Óleo refinado	180	15	Desumidificador							
Óleo refinado + 22% álcool + 0,5% catalisador	231	90	Reator							
Ester + glicerina	231	360 (4x90)	Tanques de decantação							
Biodiesel	196,2	10	Tanque de neutralização							
Biodiesel	196,2	20	Centrífuga							
Biodiesel	180	15	Desumidificador de biodiesel							
Biodiesel refinado	180	20	Filtro-prensa de biodiesel							

Fonte:

Após um período de 8 h aproximadamente tem-se a primeira batelada de 180 L de biodiesel. As bateladas seguintes têm um tempo médio de produção de 90 min, onde algumas operações ocorrem de forma simultânea, de maneira que, ao final de 24 h de trabalho, se tenha uma produção diária de 2.500 L de biodiesel.

4.5.8.1 Controle da produção de biodiesel

O controle da produção de biodiesel é realizado por meio do volume de produto fabricado. Neste caso, o volume de óleo refinado que entra, mais a quantidade de catalisador e o percentual de álcool utilizado, determinam o volume de biodiesel produzido, sendo que neste processo parte do álcool é recuperado, é gerado um volume de glicerina e o volume de biodiesel corresponde ao volume de óleo utilizado no processo. Já as características de qualidade verificadas durante o processo são a viscosidade, a umidade e a acidez.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o exposto quanto ao sistema de produção realizado nas mini usinas do Programa Biocombustíveis do Instituto CENTEC e a Gestão da produção e o Planejamento e Controle da Produção, os próximos tópicos buscam mostrar as dificuldades de gerenciamento da produção para o estudo de caso.

4.6.1 Considerações quanto ao controle de estoque

O controle de estoque de matéria-prima segue uma forma gerencial própria, devido ao fato da oferta de grãos serem dependentes da produção sazonal agrícola, e ao fato de as mini usinas serem geridas por pequenas cooperativas e sindicatos agrícolas da região, que trabalham com pequenos produtores da agricultura familiar. Desta maneira, a compra de matéria-prima fica atrelada à venda de óleo e à capitalização de recursos de órgãos de fomento do governo.

Há também o uso de matéria-prima de terceiros, onde o custo de operação é pago com matéria-prima ou com percentual do produto, óleo produzido.

Desta maneira, existem períodos de alto nível de estoque pelo fato de o preço de compra ser garantido pelo governo e a oferta de grãos estar em alta.

4.6.2 Considerações quanto à previsão de venda

Considerando a necessidade de óleo para a produção de biodiesel das duas grandes usinas, a de Quixadá e a de Crateús, a venda de óleo fica garantida,

porém, existe um atenuante no mercado de óleo de mamona, que é o fato de seu preço com relação ao óleo de soja. O óleo de mamona possui valor agregado mais alto no mercado devido ao seu multiuso em atividades de alto valor agregado. Portanto, sua venda é garantida para outras empresas do setor químico.

Já o biodiesel tem venda garantida por lei, considerando a política do Governo Federal em adicionar ao diesel derivado do petróleo o biodiesel como fonte alternativa de energia.

4.6.3 Considerações quanto à carga de trabalho

As horas de trabalho estão dimensionadas de acordo com a necessidade de cada mini usina, tendo um técnico responsável em cada turno e os operários para cada setor, produção de óleo e produção de biodiesel. Uma semana do ano, na entressafra, é utilizada para realização da parada de manutenção e reparos em geral.

A carga de trabalho também atende aos preceitos trabalhistas.

4.6.4 Considerações quanto ao planejamento e controle da produção

O planejamento e controle da produção é simples comparado a empresas que possuem um *mix* de produtos e a uma variedade de matérias-primas grandes. Não requerem muito esforço para controlar o produto e as tarefas devido ao nível de automação de alguns equipamentos.

Verificou-se também, que a questão da logística tanto da busca de matéria-prima dos fornecedores da agricultura familiar é um fator preocupante quanto à logística do descarregamento do óleo e do biodiesel, tendo em vista o volume para estocagem dos dois produtos finais.

4.6.5 Considerações quanto ao gerenciamento da mini usina

Quanto à gestão das mini usinas, faz-se necessária uma intervenção com a finalidade de que se venha a ter a melhor oportunidade na aplicação dos recursos de manufatura como mão de obra, matéria-prima e outros recursos de produção. Considerando que as pessoas envolvidas têm um baixo nível de empreendedorismo,

verificando a relação de saber entre administrar, comprar e vender, fatores necessários ao sucesso do negócio.

Outro fator importante para o sucesso da gestão da produção nas mini usinas será a aplicação de ferramentas e recursos do PCP e da gestão da produção. Neste caso, o treinamento dos gestores e funcionários, bem como o acompanhamento constante das ações, faz-se necessários até que se venha a avaliar o desempenho dos que vão fazer a administração de cada unidade.

Existe a necessidade da reelaboração do plano de negócio e do planejamento estratégico da mini usina, principalmente pelo fato das questões culturais quanto ao plantio da mamona no semiárido do Estado, e das questões econômicas de mercado quanto ao preço do óleo de mamona que tem valor muito alto e inviabiliza sua utilização na produção do biodiesel. Desta forma, para a produção de biodiesel, as mini usinas que fazem esse processo terão que adquirir óleo para processar ou comprar matéria-prima em grão de outra região.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

5.1 CONCLUSÕES

A contribuição desta pesquisa encontra-se em identificar, na realidade de uma mini-usina de produção de óleo e biodiesel, os fatores importantes da gestão da produção que são trabalhados de acordo com a prática e a teoria. Verifica-se a coerência da dinâmica da realidade e o planejamento e controle da produção. Assim, considerando o modelo do referencial teórico e a verificação da situação atual das mini-usinas se pode fazer uma análise balizada do desenvolvimento da gestão de produção da unidade em estudo.

Considera-se as limitações e dificuldades de planejamento e gestão das mini-usinas pelo fato de suas dependências de matéria-prima no Estado do Ceará. Estas limitações se devem às safras de grãos oleaginosos, índices e parâmetros técnicos confiáveis, que colaborem para um delineamento dos resultados, tem-se uma visão da verificação realizada nos capítulos 2, 3 e 4 do trabalho.

As informações e a sua sistematização contribuíram com a investigação para ampliar os conhecimentos disponíveis sobre a gestão da produção em mini-usinas de extração e produção de biodiesel, no sentido de que é possível investigar uma realidade em relação ao tema com poucas questões ainda estudadas no setor. Também fica claro que a necessidade de se verificar outros casos em outra realidade é importante.

Desta forma, a investigação da gestão da produção em mini-usinas passa a ser fator-chave de sucesso e do conhecimento do desempenho empresarial, considerando que este conhecimento contribui com o replanejamento das ações que devem ser trabalhadas para resultados.

De maneira geral, a mini-usina trabalha ações de gestão da produção e planejamento e controle de produção de forma positiva e poderia ser mais eficaz, caso tivesse recursos e disponibilidade de matéria-prima. No entanto, a não-aplicação de conhecimentos de programação da produção de forma mais efetiva, bem como a falta de participação eficiente de uma gestão técnica, torna os resultados de desempenho de rendimento ainda fracos com pouca possibilidade de crescimento.

Diante do exposto e do apresentado no Capítulo 4, a avaliação da aplicação da gestão da produção nas mini-usinas ainda é merecedora de investimentos em técnicas e ferramentas de gestão da produção para que se venha a apresentar um resultado satisfatório.

A partir das informações apresentadas e de acordo com os objetivos propostos no início deste trabalho, é que se tem as considerações finais:

- Quanto ao objetivo geral – Analisar a gestão da produção das mini-usinas de biodiesel no Ceará – este foi atendido quando se apresentaram as conclusões, os resultados e a metodologia, respectivamente, nos Capítulos 2, 3 e 4.

- No tocante ao objetivo específico 1 - Investigar o conhecimento disponível sobre gestão da produção – foi realizada a revisão com levantamento dos conhecimentos disponíveis sobre o tema. Isto foi apresentado no capítulo 2;

- No tocante ao objetivo específico 2 - Conhecer a gestão da produção nas mini-usinas de biodiesel e sua interface com as estratégias empresariais adotadas, este foi atingido quando se realizou visitas e entrevistas nas mini-usinas na companhia dos pesquisadores que projetaram e montaram as mini-usinas e verificando as informações do setor de produção de grão e óleo no Estado. Os resultados estão no capítulo 4;

- No tocante ao objetivo específico 3 - Comparar o sistema de gestão da produção nas mini-usinas estudadas com a teoria disponível, foi relatado como é executado o fluxo de produção, as estimativas de produção, as necessidades de matéria-prima e as demais necessidades para o processo de produção, de forma que se saiba o que é necessário para a gestão da produção.

Agrupando-se os resultados obtidos, as observações, as informações técnicas de produção dos equipamentos e o cruzamento destes resultados, verificou-se, pela análise que a conclusão é de que a gestão da produção na mini-usina ainda é deficitária. Esta gestão precisa de um planejamento e programação mais efetiva para que a produtividade e os ganhos sejam melhorados. Portanto, conclui-se que os objetivos geral e específicos propostos inicialmente foram alcançados no desenvolvimento do presente trabalho.

Quanto à metodologia de trabalho, esta atendeu às expectativas, considerando o desenvolvimento do método e das fases de trabalho, principalmente no tocante ao trabalho de campo.

Outro ponto importante a destacar quanto à gestão da produção nas mini-usinas tem sido a participação de cooperativas e associações de produtores da agricultura familiar que participam do aprendizado de administrar uma mini-fábrica pelo gerenciamento do processo. Destaca-se, também, o apoio do Instituto CENTEC com uma equipe de técnicos, engenheiros e especialistas de outras áreas dando suporte aos gestores da mini-usina.

Um ponto importante para ser trabalhado seria a utilização de uma programação básica de produção utilizando recursos computacionais como uma ferramenta do Excel® para armazenar informações, dados, programar e calcular os dados de produção.

Portanto, pode-se concluir que os resultados são satisfatórios e atendem ao propósito de uma investigação / pesquisa de campo.

A partir da revisão da literatura efetuada, verificam-se os conceitos para desenvolvimento da gestão da produção em consonância com as estratégias globais da organização, interagindo com os demais sistemas produtivos, na busca da realização das metas organizacionais.

Desta forma, verificou-se que a gestão da produção das mini usinas de biodiesel deverá ser realizada em consonância com as estratégias realizadas pela área de produção agrícola e pela comercialização do óleo e/ou biodiesel conforme a demanda.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Baseado nos resultados e conclusões apresentados, e considerando-se as lacunas do conhecimento, sugerem-se os seguintes temas para futuras pesquisas:

- investigar quanto a produção de óleo e biodiesel por variados usos de matéria-prima como gergelim, girassol, amendoim e outros grãos produzidos na região nordeste;
- estudo de viabilidade econômica de produção das mini usinas em estágios de produção intermitente, causados pela variação de safra;
- estudos e simulação da gestão da produção por meios computacionais com períodos diferenciados de oferta de matéria prima e demanda de produtos.

REFERÊNCIAS

ACCARINI, J.H., Biodiesel no Brasil: Estágio atual e perspectivas. **Bahia análise & dados**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 51-63, jun, 2006.

AMARAL J. A. B. "Municípios Aptos e Época de Plantio para Cultura do Amendoim no Estado de Pernambuco, Segundo o Zoneamento de Riscos Climáticos". 2006a In: **Comunicado Técnico 299/MAPA** .Campina Grande PB.

AMARAL, W. A. Matérias-Primas para Produção de Biodiesel. In: **Relatório sobre o Seminário Internews Biodiesel e H-Bio-Pólo Brasileiro de Biocombustíveis**. 2006.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2004.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentação e de tempos**.São Paulo: Edgard Blucher,1963.

BERTAGLIA, Paulo R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BLENDS de Biodiesel usando Diferentes Fontes de Biomassa. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BODIESEL, 1, v. I. Caracterização e Controle da Qualidade, p.268-271.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Programa nacional de produção e uso do biodiesel (2004)**. Homepage. Disponível em:<<http://www.pronaf.gov.br>>. Acesso em: maio 2008.

BRASIL. Presidência da República. Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial Encarregado de Apresentar Estudos sobre a Viabilidade de Utilização de Óleo Vegetal: Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia - Anexo III, Brasília, 2003. Disponível em: < www.biodiesel.gov.br>. Acesso em: dez 2010.

CARDOSO, V. **Estratégia, processos e operações para pequenas e médias empresas**: um método sintético para tornar negócios de pequeno e médio porte auto-sustentáveis no longo prazo. Tese (Doutorado) COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

CERVI, Roberto; RAZZOLINI FILHO, Edelvino; RODRIGUEZ, Carlos M. Taboada. Centralização de compras como estratégia competitiva: o caso das farmácias magistrais no Paraná. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24, 2004. Florianópolis SC. **Anais...** Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov 2004. CD-ROM.

CONTADOR, J. C. Células de Manufatura. Belo Horizonte: **Revista PRODUÇÃO**, v. 5, p. 45-64, jul. 1995.

CORRÊA, H. L; GIANESI, I. G. N; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. L; GIANESI, I. G. N; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. **Planejamento, programação e controle de produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 1999.

CORRÊA, H.L. ; GIANESI, I.G.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G. N., CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

COSENTINO, A.; ERDMANN, R. H. Planejamento e controle de produção na pequena e micro empresa do setor de confecções. **Revista do CAD**, Florianópolis: Editora Imprensa Universitária, n. 1, p. 53-67, 1999.

COSTA, Nébel Argüello Affonso da et al. **Gerenciamento de processos - metodologia base para a melhoria contínua** DAVENPORT, T. H. Reengenharia de processos. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DA CRUZ, R.S. et al., **Biodiesel: uma nova realidade energética no Brasil**, Bahia análise & dados, Salvador, v. 16, n. 1, p. 97-106, jun, 2006;

DÁLIA, W.S., **A produção do biodiesel: uma perspectiva para a agroenergia no Nordeste brasileiro - O futuro da indústria: Biodiesel**, Coletânea de artigos, MDIC-STI/IEL, 2006;

DANTAS, H. J., CANDEIA, R. A.; CONCEIÇÃO, M. M. et al. **Caracterização físico-química e estudo térmico de biodiesel etílico de algodão**. João Pessoa: LCLBio, Departamento de Química, CCEN/UFPB/CCET/UFRN, 2006.

DANTAS, M. B. **Obtenção, caracterização e estudo termoanalítico de biodiesel de milho**. João Pessoa, PB: Programa de Pós-Graduação em Química, UFPB. Dissertação de Mestrado, 2006.

DAVIS, M. Mark; AQUILANO, Nicholas; CHASE, B. Richard. Fundamentos da Administração da Produção. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DAVIS, M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DO VALLE, C. E. **Implantação de Indústrias**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, 1975.

ERDMANN, R. H. **Administração da produção**: planejamento, programação e controle. Florianópolis: Papa-Livro, 2000.

ERDMANN, R. H. **Organização de sistemas de produção**. Florianópolis: Insular, 1998.

FAVARETTO, F. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica**. São Carlos, 2001. 222p. Tese (Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FERREIRA, M de O. **Crescimento e transformações estruturais da agropecuária Cearense**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) Departamento de Economia agrícola/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

FIRMINO, P. de T. **Gergelim: Sistemas de Produção e seu Processo de Verticalização**, visando Produtividade no Campo e Melhoria da Qualidade da Alimentação Humana. EMBRAPA Algodão. (Prêmio Jovem Cientista), Campinas Grande, PB. 1996.

FLEURY, Paulo F.; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kebler F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GARCIA, Eduardo Saggioro, LACERDA, Leonardo Salgado, AROZO, Rodrigo. **Gerenciando Incertezas no Planejamento Logístico: O Papel do Estoque de Segurança**, Tecnológica. 2001.

GIANESI, I.G.N.; CORRÊA, H.L. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP**. São Paulo: Atlas, 1997.

GIL, A. C. **Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, Carlos F.S.; RIBEIRO, Priscilla C.C.. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

HARMONOSKY, C. M. TOTTERO, G. K. A multi-factor plant layout methodology. *Int. Journal of Production research*. v. 30. n. 8. 1992.

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

KAHL, Steven J. What's the Value of Supply Chain Software? **Supply Chain Management Review**.1999.

KREVER, M.; WUNDERINK, S.; DEKKER, R.; SCHORR, B. Inventory control based on advanced probability theory, an application. **European Journal of Operational Research**, v. 162, n. 2, p. 342-358, 2003.

KRUPP, J. A. G. Safety stock management. Production and Inventory. **Management Journal**, n.38, p. 11-18 1997.

LENARD, J. D.; ROY, B. Multi-item inventory control: A multicriteria view. **European Journal of Operational Research**, v. 87, p. 685- 692, 1995.

MACHINE, Claude. **Manual de administração da Produção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1990. v.1

MACHLINE, C. et.al. **Manual de administração da produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1981.

MACHLINE, C. Evolução da administração da produção no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 91-101, maio/jun, 1994.

MACHLINE, Claude et al. **Manual de administração da produção**. 7. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1984.

MACHLINE, Claude et al. **Manual de administração da produção**. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 1986, v. 2. cap. 6.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, Petronio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MAYNARD, H. B. **Manual de engenharia de produção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1993.

MOTTA, P. R. **Transformação organizacional**: a teoria e a prática de inovar. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade no processo**: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995.

PARENTE, E. de S., **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PINA, M., *et al.* Novas alternativas de valorização para dinamizar a cultura da mamona no Brasil, **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 453-462, maio/ago, 2005.

PORTAL do Governo do Estado do Ceará. 2007. Disponível em: <www.ceara.gov.br>. Acesso em: maio 2008.

REED JUNIOR, R. **Localizacion," layout" y mantenimiento de planta**. Bueno Aires: El Ateneo, 1941.

RODRIGUES, R. A. **Biodiesel no Brasil**: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade. O futuro da indústria: Biodiesel, Coletânea de artigos, MDIC-STI/IEL, 2006.

RUSSOMANO, V. H. **PCP**: planejamento e controle da produção. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pioneira, 1995.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e acompanhamento da produção**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

RUSSOMANO, Vitor Henrique. **Planejamento e acompanhamento da produção**. São Paulo: Pioneira, 1979. cap.3.

SEAGRI. **Secretaria de agricultura e pecuária**. Produção e exportação de melão do Ceará - Safra 2003-2004. Fortaleza, 2003.

SLACK, CHAMBERS, HARLAND, HARRISON, JOHNSTON. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, Gleim Dias de, CARVALHO, Maria do Socorro M. V. de; LIBOREIRO, Manuel Alejandro Martínez. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 4. jul/ago. 2006.

STONER, JÁ. **Administração**. 8. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1999.

TACHIZAWA, Takenshy; SCAICO, Oswaldo. **Organização flexível, qualidade na gestão por processos**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D.F. **Sistema de produção**: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

TUBINO, D.F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997. cap. 1.

VIEIRA, J. N. de S., **A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil, O futuro da indústria**: Biodiesel. Coletânea de artigos, 2006.

VILLAR, Antônio de Melo. **Planejamento, programação e controle da produção**. João Pessoa: Editora Universitária, 2008.

WIKIPEDIA. **Biodiesel**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>>. Acesso em: 26 abr. 2008.

ZACARELLI, S. B. **Programação e controle da produção**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 1987.

APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

APÊNDICE A - Questionário 1

Pesquisa: Indicadores de gestão nas mini-usinas de extração de óleo e produção de biodiesel

Pesquisador: Walneide Barros Gadelha

Entrevistado: Coordenador / Encarregado

Identificação do entrevistado		Função:
Nome		
Sexo	Masculino ()	Feminino ()
Idade		Tempo na empresa:

Avaliação geral da gestão da mini-usina .

Dimensão Gestão		Situação			
		Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Conhecimentos da Gestão da produção nas miniusinas	- Existência de gestão da produção				
	- Existência de planejamento mestre de produção				
	- Formação da equipe de gestão				
	- Tipo de gerenciamento praticado				
Estratégias empresariais	- Estratégias de negócios utilizadas				
	- Plano de produção				
	- Plano de marketing				
	- Estratégias e parcerias nos negócios				
Procedimentos e ferramentas de PCP	- Evidências de planejamento de produção				
	- Evidência das observações, feitas pelo pesquisador quanto ao controle de processo				
	- Evidência das observações feitas pelo observador quanto aos ganhos com benefícios ambientais				
Benefícios do planejamento da produção para a atividade das miniusinas.	- Evidências dos ganhos com PCP				
	- Evidências da melhoria da gestão dos negócios				
	- Evidências com a economia de recursos				

Evidências objetivas:



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

APÊNDICE B - Questionário 2

Pesquisa: Indicadores de produção nas mini-usinas de extração de óleo e produção de biodiesel

Pesquisador: Walneide Barros Gadelha

Entrevistado: Encarregado da mini-usina

Verificação do sistema de produção das mini-usinas .

Dimensão Gestão		Situação			
		Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Planejamento e Controle da Produção em uma mini-usina	Levantamento da oferta de matéria prima				
	Levantamento da capacidade instalada				
	Levantamento da demanda de matéria prima (grãos de oleaginosas) para uma mini-usina				
	Controle de estoque de matéria prima e produtos				
	Previsão de vendas				
	Previsão de carga de trabalho				
Programação da produção	Evidências de programação da produção				
	Programação da produção na fase de extração de óleo				
	Controle da produção de óleo				
	Programação da produção na fase de biodiesel				
	Controle da produção de biodiesel				

Evidências objetivas:

Verificação do controle de estoque.

Dimensão Gestão		Situação			
		Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Controle do estoque em uma mini-usina	Levantamento de como é realizado o controle do estoque				
	Levantamento da capacidade estocagem				
	Verificação da existência de estoques de matéria prima e produtos semi-acabados em uma mini-usina				
	Controle de estoque de matéria prima e produtos				

Evidências objetivas:

Verificação do uso de ferramentas do PCP

Dimensão Gestão		Situação			
		Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Verificação do uso de ferramentas do PCP	Verificação de uso de ferramentas da qualidade				
	Verificação de arranjo físico				
	Verificação de fluxo de produção				
	Controle de estoque de matéria prima e produtos intermediários				

Evidências objetivas:

Verificação da produção

Dimensão Gestão		Situação			
		Ótimo	Bom	Regular	Ruim
Verificação a produção e o planejamento da produção	Verificação da produção e capacidade produtiva				
	Verificação da organização da produção com o planejamento da produção				
	Verificação de ganhos de produção				
	Verificação do controle de estoque e do controle da produção				

Evidências objetivas:
