

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Marcos Alberto Claudio Pandolfi

**IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E
ORGANIZACIONAIS EM UM AMBIENTE EM MUDANÇA:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PROCESSADORA
DE FRUTAS TROPICAIS**

Araraquara, SP – Brasil
2013

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Marcos Alberto Claudio Pandolfi

**IMPLANTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS E
ORGANIZACIONAIS EM UM AMBIENTE EM MUDANÇA:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PROCESSADORA
DE FRUTAS TROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Prof^ª. Dr^a. Vera Mariza Henriques de Miranda Costa

Orientador

Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar

Coorientador

Araraquara, SP – Brasil
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

P218i Pandolfi, Marcos Alberto Claudio

Implantação de estratégias tecnológicas e organizacionais em um ambiente em mudança: estudo de caso em uma empresa processadora de frutas tropicais/Marcos Alberto Claudio Pandolfi. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2013.
133f.

Dissertação - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof^a Dr.^a Vera Mariza Henriques de Miranda Costa

1.Estratégia. 2. Frutas tropicais. 3. Competitividade. 4. Indicadores de desempenho. 5. Manutenção.

CDU 62-1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

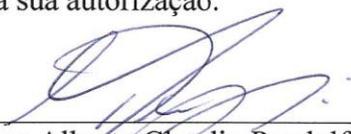
PANDOLFI, M. A. C. Implantação de estratégias tecnológicas e organizacionais em um ambiente em mudança: estudo de caso em uma empresa processadora de frutas tropicais. 2013. 133f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Centro Universitário de Araraquara, Araraquara-SP.

ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcos Alberto Claudio Pandolfi

TÍTULO DO TRABALHO: Implantação de estratégias tecnológicas e organizacionais em um ambiente em mudança: estudo de caso em uma empresa processadora de frutas tropicais. Dissertação/2013.

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede ao Centro Universitário de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Marcos Alberto Claudio Pandolfi
Rua Voluntários da Pátria, 1309 e 1295 - Centro
14801-320 - Araraquara – SP
macpandolfi@gmail.com



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

www.uniara.com.br

Dissertação aprovada em sua versão final pela banca examinadora:

Profa. Dra. Vera Mariza Henriques de Miranda Costa
Orientador(a) – UNIARA

Prof. Dr. Luiz Fernando de Oriani e Paulillo
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente
UNIARA – Araraquara

Araraquara, 18 de dezembro de 2013

Dedicatória

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, José Pandolfi e Obédi Claudio Fernandes Pandolfi, por toda a dedicação e amor para comigo durante minha vida. Graças a eles, hoje conheço plenamente a importância da educação na vida do ser humano.

Ao meu irmão, José Rodrigo Claudio Pandolfi, pelos incentivos e orientações em minha vida acadêmica.

À minha esposa, Laura Mônica da Rosa Pandolfi, minha companheira presente em todos os momentos.

Ao meu filho, José Guilherme Pandolfi, principal motivo de meus esforços e empenho em buscar excelência em tudo o que faço.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por ter me proporcionado saúde, serenidade e perseverança para enfrentar todas as dificuldades encontradas nesta jornada.

À professora Vera Mariza Henriques de Miranda Costa, pela orientação, amizade e auxílio no desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor Jorge Alberto Achcar, coorientador desta pesquisa, por sua competência e dedicação.

Aos membros da banca examinadora, pela revisão e sugestões de melhorias que muito contribuíram para o enriquecimento desse trabalho.

A todos os colegas de turma, que compartilharam os momentos de alegria e dificuldades durante o curso.

A todos os demais professores do programa de mestrado profissional em Engenharia de Produção da UNIARA

RESUMO

Considerando-se o fato de que o segmento de sucos industrializados vem evidenciando um forte potencial de crescimento, o que tem incentivado o ingresso de várias empresas nesse mercado e que esta expansão eleva o grau de exigência com relação às empresas fornecedoras da matéria-prima principal - polpas e sucos concentrados de frutas - procurou-se, através do presente trabalho, analisar o caso de uma empresa processadora de frutas tropicais na região de Araraquara / SP, em um ambiente em mudança. Essa empresa opera no mercado desde 1999 e foi adquirida por um grupo multinacional, no ano de 2009. A pesquisa utilizada como suporte à dissertação de mestrado envolveu a realização de revisão bibliográfica – abordando aspectos como a transição da empresa Fordista para a Pós-fordista, competitividade, estratégias competitivas, e outras ferramentas utilizadas na gestão de operações industriais associadas à pesquisa de campo, desenvolvida por meio de um estudo de caso na empresa, denominada Frupolpa. Tem caráter descritivo, exploratório, com abordagem predominantemente quantitativa e tratamento quali-quantitativo, apresentando como objetivo geral caracterizar os processos operacionais da Frupolpa, identificar principais pontos de perdas de tempo no decorrer do processo produtivo, e avaliar o impacto de novas ferramentas e programas no desempenho da planta industrial. Após análise do material bibliográfico selecionado e o levantamento de campo, sob a perspectiva de estudo de caso, foi dado tratamento estatístico aos dados – relativos aos tempos mortos na linha de processamento - buscando falhas nesses processos que geram perdas de tempo e, conseqüentemente, oportunidades de melhorias através da aplicação de ferramentas específicas de gestão e monitoramento. Pôde-se observar como resultados que, em termos empresariais, a estratégia quando bem adotada, pode alavancar a produção e diminuir perdas tanto de tempo, quanto de matérias-primas, com impacto direto nos custos. Pode, também, melhorar a reputação da corporação em termos de Brasil e no exterior, elevando a competitividade. O grande desafio, porém, ainda diz respeito à correta e eficiente utilização dos recursos disponíveis tanto operacionais quanto de mão de obra para a produção, na promoção de elementos inovadores e diferenciais para a empresa.

Palavras-chave: *Estratégia, Frutas Tropicais, Competitividade, indicadores de desempenho, manutenção.*

ABSTRACT

Considering the fact that the segment of processed juices is showing strong growth potential, which has encouraged the entry of several companies that market and that this expansion raises the level of demand with respect to suppliers of the main raw material - pulp and concentrated fruit juices - an attempt was through this work, consider the case of a tropical fruit processing company in the region of Araraquara / SP in a changing environment. This company operates in the market since 1999 and was acquired by a multinational group, in 2009 The research used to support the dissertation involved the literature review -. Addressing aspects such as the company's transition to a post-Fordist Fordist, competitiveness, competitive strategies, and other tools used in managing industrial operations associated with field research, developed through a case study on the company named Frupolpa. A descriptive, exploratory, predominantly quantitative approach and qualitative-quantitative treatment, with the general objective to characterize the operational processes Frupolpa, identify main points lost time during the production process, and evaluate the impact of new tools and programs performance of the industrial plant. After analysing the bibliographic material selected and the field survey, from the perspective of case study, statistical analysis was given to the data - for the downtime in processing line - looking for flaws in these processes that generate losses of time and consequently opportunities improvements through the implementation of specific management tools and monitoring. It was observed that as a result, in business terms, as well as the strategy adopted, may boost production and reduce losses as much time, as raw materials, with direct impact on costs. Can also improve the reputation of the corporation in terms of Brazil and abroad, raising competitiveness. The challenge, however, still regards the correct and efficient use of available resources both operational and labor for the production, promotion of innovative elements and differential for the company.

Keywords: *Strategy, Tropical Fruits, competitiveness and performance indicators, maintenance.*

Lista de Tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Balança comercial brasileira, balança comercial do agronegócio e balança comercial agropecuária: 1997 a 2012..... | 16 |
| Tabela 2: Registros de paradas de processo no período 1 – safra 2010/2011 | 100 |
| Tabela 3: Registros de paradas de processo no período 2 – safra 2011/2012 | 101 |
| Tabela 4: Paradas de processo em ordem decrescente no período 1 | 103 |
| Tabela 5: Paradas de processo em ordem decrescente no período 2..... | 105 |
| Tabela 6: Paradas de processo para manutenção durante o período 1 – safra 2010/2011 | 108 |
| Tabela 7: Paradas de processo para manutenção durante o período 2 – safra 2011/2012 | 109 |
| Tabela 8: Estatísticas descritivas para os tempos de paradas t_i (min)..... | 110 |
| Tabela 9: Análise de variância para os logaritmos dos tempos de paradas..... | 113 |
| Tabela 10: Estimativas para os coeficientes de regressão para o modelo de regressão múltipla, considerando os logaritmos dos tempos de paradas..... | 114 |
| Tabela 11: Estimativas de máxima verossimilhança para os coeficientes de regressão para o modelo de regressão de Weibull..... | 118 |
| Tabela 12: Resumo dos principais dados apontados e suas inter-relações..... | 119 |

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1: Balança comercial brasileira, balança comercial do agronegócio e balança comercial agropecuária: 1997 a 2012..... | 17 |
| FIGURA 2: Evolução do saldo da Balança Comercial do agronegócio brasileiro (índice: 2000=100)..... | 18 |
| FIGURA 3: Principais destinos das exportações do agronegócio brasileiro em 2012 conforme receita gerada..... | 18 |
| FIGURA 4: Forças que dirigem a concorrência a indústria. | 33 |
| FIGURA 5: As pressões da Cadeia Produtiva na Competitividade Empresarial. | 33 |
| FIGURA 6: Fatores empresariais. | 34 |
| FIGURA 7: O triângulo da competitividade estrutural. | 35 |
| FIGURA 8: Interligação entre os conceitos. | 38 |
| FIGURA 9: Etapas de desenvolvimento, implantação e utilização dos SMD`s. | 46 |
| FIGURA 10: Ilustração da diferença entre eficiência e eficácia. | 47 |
| FIGURA 11: Tipos de manutenção. | 54 |
| FIGURA 12: Os oito pilares da TPM..... | 58 |
| FIGURA 13: Elementos da eficácia global de uma máquina..... | 61 |
| FIGURA 14: Exemplo de Lista de verificação. | 69 |
| FIGURA 15: Exemplo de gráfico de Pareto..... | 70 |
| FIGURA 16: Exemplo de histograma. | 71 |
| FIGURA 17: Exemplo de diagrama de dispersão. | 71 |
| FIGURA 18: Tipos básicos de arranjo físico | 74 |
| FIGURA 19: Fluxograma básico do processamento de frutas tropicais. | 77 |
| FIGURA 20: Organograma funcional cenário 1 – 1999 a 2009..... | 88 |
| FIGURA 21: Organograma funcional cenário 2 – a partir de 2009. | 91 |
| FIGURA 22: Fluxograma simplificado do processamento de frutas tropicais | 97 |
| FIGURA 23: Gráfico de Pareto das paradas de processo no período 1. | 104 |
| FIGURA 24: Gráfico de Pareto das paradas de processo no período 2. | 106 |
| FIGURA 25: <i>Box-plots</i> para os tempos de paradas..... | 110 |
| FIGURA 26: Histogramas para os tempos de paradas originais e transformados (escala logarítmica)..... | 111 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 27: Gráfico de probabilidade normal para os dados transformados(escala logarítmica)..... | 111 |
| FIGURA 28: Box- plots para os logarítmos dos tempos de paradas..... | 112 |
| FIGURA 29: Gráficos dos resíduos (regressão múltipla). | 115 |

Lista de Quadros

| | |
|---|-----|
| Quadro 1: Agrupamento dos fatores relacionados à competitividade..... | 37 |
| Quadro 2: Princípios mais importantes da manufatura enxuta..... | 42 |
| Quadro 3: Os capacitores da Manufatura enxuta e relacionamentos com princípios enxutos | 43 |
| Quadro 4: Capacitores da produção enxuta utilizados na Frupolpa..... | 44 |
| Quadro 5: Os papéis e responsabilidades do pessoal de operação e de manutenção na TPM | 57 |
| Quadro 6: As seis grandes perdas | 57 |
| Quadro 7: Evolução da escola da Qualidade | 66 |
| Quadro 8: Principais intérpretes da escola da qualidade | 67 |
| Quadro 9: Principais fatores responsáveis pela evolução da Frupolpa e seu impacto nos resultados..... | 122 |

Lista de Abreviaturas e Siglas

| | |
|-------|--|
| ABIR | Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas |
| BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| B2B | <i>Business to Business</i> |
| CEPEA | Centro de estudos Avançados em Economia Aplicada |
| ESALQ | Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz |
| HRM | Gestão de recursos Humanos |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IBRAF | Instituto Brasileiro de Frutas |
| IMVP | <i>International Motor Vehicle Program</i> |
| JIT | <i>just-in-time</i> |
| JUSE | <i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i> |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| MIT | <i>Massachusetts Institute of Technology</i> |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| OEE | <i>Overall Equipment Effectiveness</i> |
| PCM | Planejamento e Controle da Manutenção |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PPB | Pronto Para Beber |
| SMD | Sistema de Medição de Desempenho |
| TPM | <i>Total Productive Maintenance</i> / Manutenção Produtiva Total |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> / Sistema Toyota de Produção |
| TQC | Controle da Qualidade Total |
| TQM | <i>Total Quality Management</i> / Gerenciamento pela Qualidade Total |

Sumário

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introdução..... | 16 |
| 1.1 | Contextualização da problemática e justificativa para seu estudo | 16 |
| 1.1.1 | Tendências da fruticultura no contexto do Agronegócio e relevância do estudo desse segmento..... | 19 |
| 1.1.2 | O segmento de processamento de frutas tropicais e a empresa objeto do estudo de caso..... | 23 |
| 1.2 | Objetivos..... | 24 |
| 1.2.1 | Objetivo geral | 24 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 24 |
| 1.3 | Estrutura do trabalho | 25 |
| 2 | Revisão Bibliográfica | 27 |
| 2.1 | Globalização, Fordismo e Pós-fordismo | 28 |
| 2.2 | Competitividade | 32 |
| 2.2.1 | Estratégias competitivas: a relevância da produção enxuta | 38 |
| 2.3 | Indicadores de desempenho..... | 45 |
| 2.4 | Manutenção Industrial | 49 |
| 2.4.1 | Manutenção corretiva | 51 |
| 2.4.2 | Manutenção preventiva..... | 52 |
| 2.4.3 | Manutenção preditiva | 53 |
| 2.4.4 | Manutenção: outras abordagens | 54 |
| 2.4.5 | TPM – <i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total).... | 55 |
| 2.4.6 | Confiabilidade | 62 |
| 2.4.7 | Disponibilidade..... | 64 |
| 2.5 | Administração da Qualidade | 66 |
| 2.5.1 | Ferramentas da Qualidade | 68 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 2.6 | Síntese do referencial teórico | 72 |
| 3 | Características básicas das plantas de processamento de frutas tropicais | 74 |
| 3.1 | Arranjo físico e fluxo de processo | 74 |
| 3.2 | Descrição das etapas do processamento | 77 |
| 4 | Metodologia..... | 80 |
| 4.1 | Enquadramento da pesquisa | 80 |
| 4.2 | Fontes e Coleta de dados | 82 |
| 4.2.1 | Instrumentos utilizados para levantamento dos dados | 83 |
| 4.3 | Seleção da empresa para o estudo de caso | 84 |
| 4.4 | Análise dos dados | 85 |
| 5 | Estudo de Caso da Empresa Frupolpa | 86 |
| 5.1 | Caracterização do processo evolutivo da empresa estudada | 86 |
| 5.1.1 | Cenário 1: Da fundação em 1999 até 2009..... | 87 |
| 5.1.2 | Cenário 2: A partir de 2009 | 89 |
| 5.2 | A FRUPOLPA: implantação de programas sob nova gestão | 90 |
| 5.2.1 | Análise dos tempos de paradas de equipamentos | 94 |
| 5.3 | Discussão dos resultados obtidos | 119 |
| 5.4 | Impacto da implantação de sistemas e ações e utilização de ferramentas na evolução da Frupolpa..... | 121 |
| 6 | Considerações Finais | 123 |
| 7 | Referências | 126 |

1 Introdução

1.1 Contextualização da problemática e justificativa para seu estudo

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento- MAPA, o setor de agronegócios tem sido um dos grandes responsáveis pelos saldos positivos na balança comercial brasileira nos últimos anos, demonstrando a tendência cada vez mais explícita que o país apresenta de aproveitar seus pontos fortes: vasta extensão territorial, clima favorável e disponibilidade de mão-de-obra, entre outros(BRASIL/MAPA, 2013a).

A evolução da balança comercial brasileira, balança comercial do agronegócio e balança comercial agropecuária no período de 1997 a 2012 estão retratados na Tabela 1.

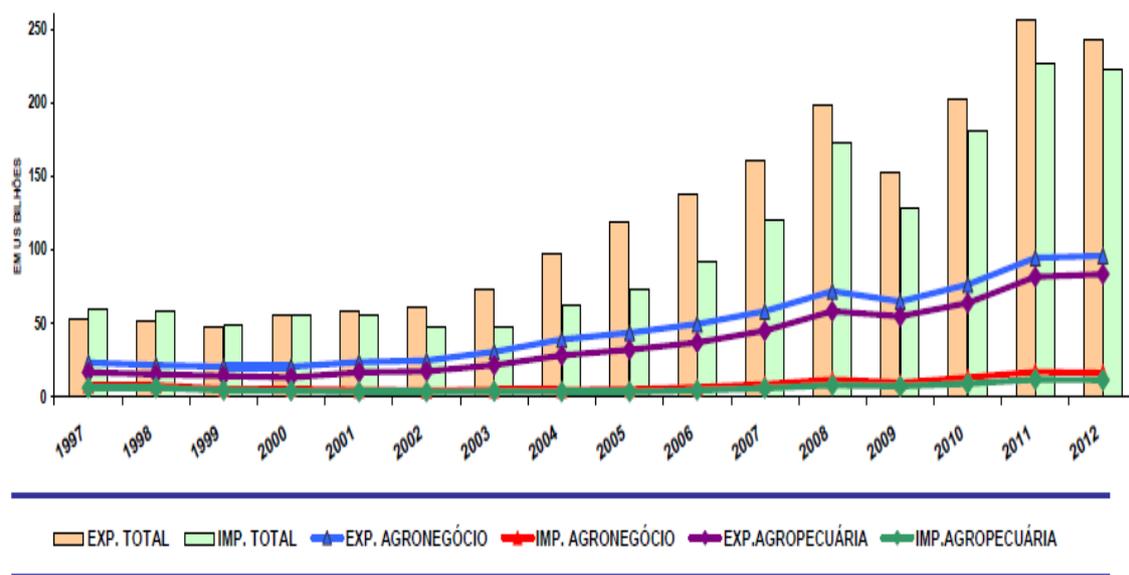
Tabela 1: Balança comercial brasileira, balança comercial do agronegócio e balança comercial agropecuária: 1997 a 2012.

| Ano | Exportações | | | | | Importações | | | | | Saldo | | |
|------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | Total Brasil (A) | Agronegócio (B) | Agropecuária(C) | Part.%(B/A) | Part.%(C/A) | Total Brasil (D) | Agronegócio (E) | Agropecuária(F) | Part.%(E/D) | Part.%(F/D) | Total Brasil | Agronegócio | Agropecuária |
| 1997 | 52,98 | 23,37 | 16,79 | 44,10 | 31,70 | 59,75 | 8,19 | 6,29 | 13,71 | 10,53 | -6,76 | 15,17 | 10,50 |
| 1998 | 51,14 | 21,55 | 15,50 | 42,13 | 30,32 | 57,76 | 8,04 | 6,28 | 13,92 | 10,87 | -6,62 | 13,51 | 9,23 |
| 1999 | 48,01 | 20,49 | 14,14 | 42,68 | 29,45 | 49,30 | 5,69 | 4,38 | 11,55 | 8,89 | -1,29 | 14,80 | 9,76 |
| 2000 | 55,12 | 20,59 | 13,16 | 37,36 | 23,88 | 55,85 | 5,76 | 4,23 | 10,31 | 7,57 | -0,73 | 14,84 | 8,93 |
| 2001 | 58,29 | 23,86 | 16,59 | 40,93 | 28,46 | 55,60 | 4,80 | 3,52 | 8,64 | 6,32 | 2,68 | 19,06 | 13,07 |
| 2002 | 60,44 | 24,84 | 17,43 | 41,10 | 28,84 | 47,24 | 4,45 | 3,44 | 9,42 | 7,29 | 13,20 | 20,39 | 13,99 |
| 2003 | 73,20 | 30,65 | 21,71 | 41,86 | 29,66 | 48,33 | 4,75 | 3,72 | 9,82 | 7,69 | 24,88 | 25,90 | 18,00 |
| 2004 | 96,68 | 39,03 | 28,36 | 40,37 | 29,33 | 62,84 | 4,83 | 3,43 | 7,69 | 5,45 | 33,84 | 34,20 | 24,93 |
| 2005 | 118,53 | 43,62 | 32,21 | 36,80 | 27,18 | 73,60 | 5,11 | 3,49 | 6,94 | 4,74 | 44,93 | 38,51 | 28,73 |
| 2006 | 137,81 | 49,46 | 36,94 | 35,89 | 26,80 | 91,35 | 6,70 | 4,47 | 7,33 | 4,89 | 46,46 | 42,77 | 32,47 |
| 2007 | 160,65 | 58,42 | 44,89 | 36,37 | 27,94 | 120,63 | 8,72 | 6,02 | 7,23 | 4,99 | 40,02 | 49,70 | 38,87 |
| 2008 | 197,94 | 71,81 | 58,36 | 36,28 | 29,48 | 173,21 | 11,82 | 8,06 | 6,82 | 4,65 | 24,74 | 59,99 | 50,31 |
| 2009 | 153,00 | 64,79 | 54,83 | 42,34 | 35,84 | 127,72 | 9,90 | 7,17 | 7,75 | 5,61 | 25,28 | 54,89 | 47,66 |
| 2010 | 201,92 | 76,44 | 63,75 | 37,86 | 31,57 | 181,62 | 13,39 | 8,97 | 7,37 | 4,94 | 20,30 | 63,05 | 54,78 |
| 2011 | 256,04 | 94,59 | 81,80 | 36,94 | 31,95 | 226,25 | 17,08 | 12,04 | 7,55 | 5,32 | 29,79 | 77,51 | 69,76 |
| 2012 | 242,58 | 95,81 | 83,41 | 39,50 | 34,38 | 223,14 | 16,40 | 11,64 | 7,35 | 5,22 | 19,44 | 79,41 | 71,77 |

Fonte: BRASIL- MAPA (2013a, p. 39)

Os dados apresentados na tabela demonstram que a média de participação percentual do agronegócio nas exportações brasileiras ficou em 39,53%, com máximo de 44,10% e mínimo de 35,89%. A partir dos valores contidos na Tabela 1, a mesma publicação demonstrou a evolução em forma de gráfico, possibilitando melhor interpretação visual, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Balança comercial brasileira, balança comercial do agronegócio e balança comercial agropecuária: 1997 a 2012



Fonte: BRASIL –MAPA (2013 a, p. 39)

A partir da análise gráfica, pode-se observar mais facilmente a evolução da balança comercial brasileira e do agronegócio, apresentando este um crescimento constante, interrompido apenas no ano de 2009, período afetado por crise econômica com impacto nos principais mercados mundiais.

Desde o final dos anos 1990, poucos países cresceram tanto no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil. O País é um dos líderes mundiais na produção e exportação de vários produtos agropecuários. É o primeiro produtor e exportador de café, açúcar, etanol e suco de laranja. Além disso, lidera o *ranking* das vendas externas do complexo de soja (grão, farelo e óleo), que é o principal gerador de divisas cambiais. (BRASIL-MAPA, 2013.b)

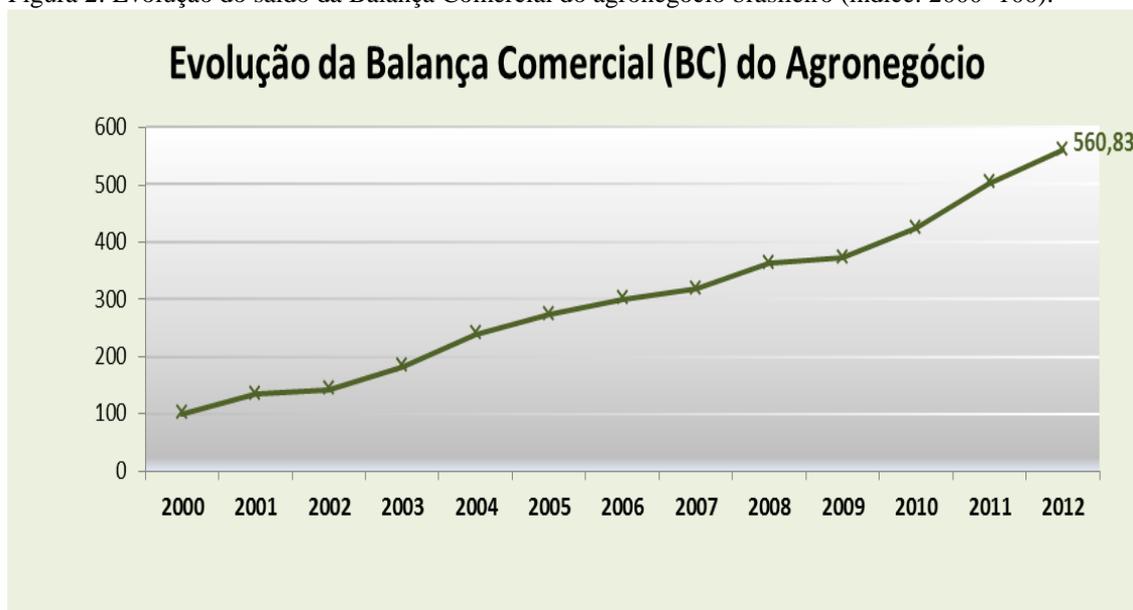
No início de 2010, um em quatro produtos do agronegócio em circulação no mundo era brasileiro. A projeção do Ministério da Agricultura é que, até 2030, um terço dos produtos comercializados seja do Brasil, em função da crescente demanda dos países asiáticos. (BRASIL-MAPA, 2013.b)

Barros e Adami (2013a, p. 04) confirmam o crescimento do agronegócio brasileiro destacando a evolução da balança comercial nos últimos 13 anos:

Entre 2000 e 2012, o volume exportado cresceu quase 190% e os preços externos, 118%. O saldo comercial (receitas de exportação menos gastos com importação) mais que quintuplicou, com crescimento de 460,83%. No acumulado, foram gerados líquidos US\$ 481 bilhões, sendo US\$ 79 bilhões só em 2012.

A Figura 2 ilustra a evolução dos índices citados na publicação.

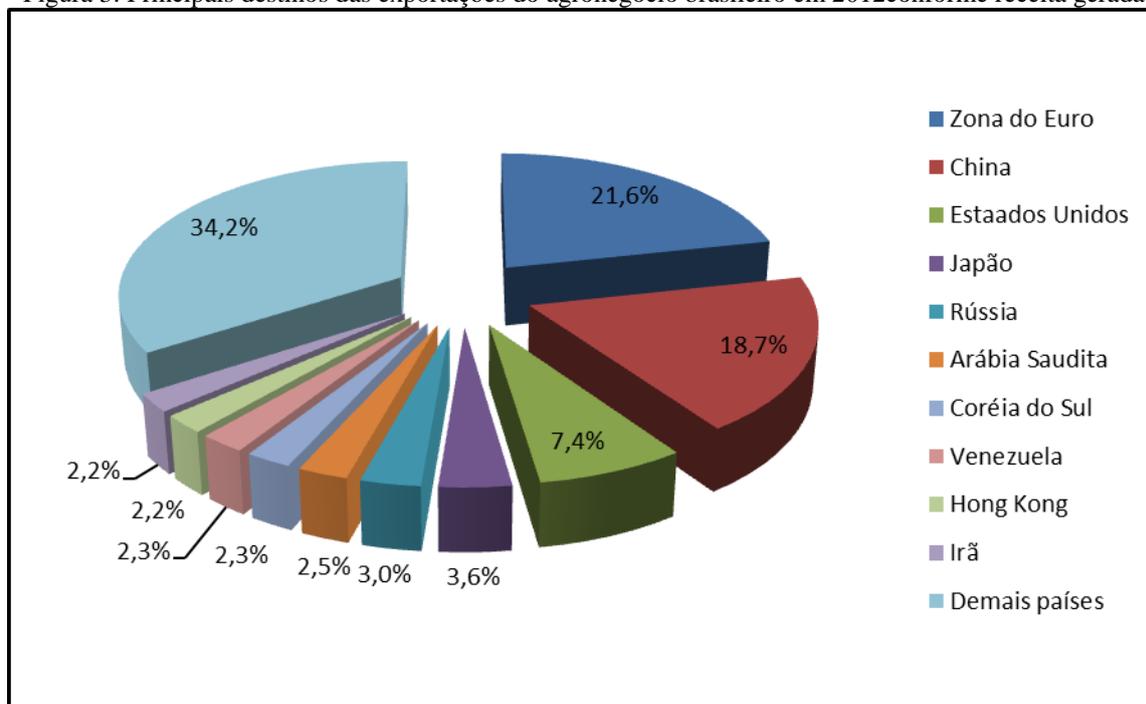
Figura 2: Evolução do saldo da Balança Comercial do agronegócio brasileiro (índice: 2000=100).



Fonte: CEPEA/ESALQ-USP (2013 a, p.04)

Na figura 3 estão apresentados os volumes de exportações do agronegócio de acordo com os principais destinos.

Figura 3: Principais destinos das exportações do agronegócio brasileiro em 2012 conforme receita gerada.



Fonte: CEPEA/ESALQ-USP (2013, p.05)

A Figura 3 demonstra a diversidade encontrada na comercialização de produtos oriundos do agronegócio brasileiro, com várias regiões participando destas transações comerciais. Barros e Adami (2013) destacam ainda que na Zona do Euro os valores exportados de frutas corresponderam a 2,13 bilhões de dólares, equivalente a 10,2% do total.

1.1.1 Tendências da fruticultura no contexto do Agronegócio e relevância do estudo desse segmento

Nesse cenário, é dado destaque, entre outros, para a área de frutas, em que o Brasil é conhecido internacionalmente, tendo a cadeia da laranja como principal referência do setor. Importante ressaltar a participação da indústria de processamento e fabricação de suco de laranja concentrado congelado, sendo o Brasil líder mundial em volume de produção e exportação. (BRASIL/MAPA, 2013 b).

Este setor, denominado de agroindustrialização de frutas, constitui o cenário do estudo realizado. Mais especificamente, o segmento das indústrias processadoras das chamadas frutas tropicais, as empresas responsáveis pela transformação primária, ou seja, que processam as frutas e produzem polpas e sucos concentrados, que servirão como matéria prima principal para as indústrias de néctares, refrescos, refrigerantes, doces, sorvetes, etc. Alguns fatores determinantes nesse segmento são suas características decorrentes de seu enquadramento como produtor de *commodities*— produtos padronizados de fabricação em massa – classificados como semi-industrializados. São, portanto, empresas que não atuam no varejo, mas comercializam seus produtos somente com outras empresas que os utilizarão como insumo na manufatura de outros.

Apesar da grande projeção alcançada mundialmente pelo suco de laranja, entretanto, em termos de frutas tropicais as condições não são as mesmas, pois as características da cadeia produtiva divergem em vários aspectos quando comparadas às da laranja. Regiões de cultivo agrícola diversificadas por vários estados, predominância de pequenos produtores e cooperativas, baixo nível tecnológico da indústria e falta de estrutura logística são alguns dos fatores que demonstram as oportunidades de melhorias e desenvolvimento do setor. (KIST, 2012).

Segundo o Anuário Brasileiro da Fruticultura (2012), a imensa variedade de frutas cultivadas em solo brasileiro, ocupando praticamente todas as regiões do país, representa a potencialidade que o Brasil tem de expandir seus negócios, seja em

exportação de frutas *in natura* ou em produtos derivados de seu processamento. Na mesma publicação, o presidente do IBRAF (instituto Brasileiro de Frutas), Moacyr Saraiva Fernandes, afirma que a fruticultura envolve mais de cinco milhões de pessoas no país, com o Brasil ocupando a posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, perdendo para China e Índia, sendo o primeiro quando se trata de espécies de clima tropical. Do ponto de vista geográfico, existe grande diversificação em estados e municípios produtores. De acordo com os dados do IBGE (2010) o estado de São Paulo respondeu por 32,9% da safra em 2010.

Em consonância com o crescimento do mercado de fruta *in natura* surge também o potencial dos produtos derivados, como sucos concentrados, néctares e refrescos do tipo “pronto para beber” ou em pó. Estes segmentos, que representam parte integrante da cadeia produtiva de frutas, têm experimentado crescimentos constantes nos últimos anos, confirmando as tendências projetadas no mercado consumidor, onde as pessoas buscam melhorar seus hábitos alimentares, estando mais conscientes e exigentes em suas opções de consumo, buscando produtos saudáveis. O crescimento populacional, além do aumento do poder aquisitivo da população, são outros fatores que contribuem diretamente com a expansão dessas indústrias. Conseqüentemente, estes mesmos consumidores estão cada vez mais exigentes, principalmente com questões de qualidade, segurança de alimentos, funcionalidade dos alimentos e também preços (HORTIFRUTI BRASIL, 2009; CAMPEÃO, BATALHA e SPROESSER, 2004).

Segundo o Projeto Perspectivas de Investimento no Brasil – PIB (2009/2009), as principais tendências que devem impulsionar o consumo são: (WILKINSON, 2008/2009)

- a) melhoria/manutenção da saúde
- b) busca por valor e praticidade
- c) desejo de conforto e segurança

O papel desenvolvido pela indústria de bebidas à base de frutas é de suma importância, pois, paradoxalmente ao cenário produtivo, pesquisas apontam que o consumo de frutas *in natura* pelos brasileiros está abaixo dos valores recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). O Anuário Brasileiro de Fruticultura (2012) publica dados levantados pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em que apenas 18,2% dos brasileiros ingerem ao menos 400g de frutas por dia, que é o mínimo recomendado.

Segundo o Anuário Brasileiro da Fruticultura (2009), do total de frutas produzidas pelo país, 47 % são consumidas em seu estado natural e os 53% restantes são transformados em sucos, polpas, sorvetes, geleias, doces, etc. demonstrando, em números, o potencial de desenvolvimento desse setor. O setor de produtos à base de frutas tem mostrado forte potencial de crescimento, seja no mercado interno ou na exportação.

Do ponto de vista econômico, há que se ressaltar a importância da industrialização de frutas (fabricação de derivados) no aspecto de agregação de valor, uma vez que envolve a geração de empregos diretos, além de fomentar indústrias fornecedoras, seja de equipamentos, embalagens, insumos, serviços, logística, e outras. Estes produtos alcançam elevados preços nos mercados internacionais. Conforme dados do Projeto Perspectivas de Investimento no Brasil – PIB (2009), o comércio internacional de derivados de frutas vem se expandindo, com crescimento de 140% entre os anos de 1996 e 2006.

Ainda segundo a mesma publicação:

O consumo de sucos de frutas no Brasil fica em torno de 1,5 litros por habitante/ano, enquanto em países como a Argentina, o consumo fica em 3,6 litros por habitante/ano e, na Europa bem como nos Estados Unidos, esse consumo situa-se em torno de 25 a 40 litros por habitante/ano. (HORTIFRUTI BRASIL, 2009)

Uma característica própria desse setor é que dificilmente ocorre a verticalização total da cadeia, na qual os principais atores seriam: produtor agrícola, que fornece fruta *in natura*, indústria processadora, que extrai e concentra o suco, e indústria fabricante dos produtos finais – néctares e sucos prontos. (PANDOLFI, 2004)

A competitividade entre as empresas processadoras de frutas mostra-se extremamente heterogênea, pois este segmento é marcado pela presença de empresas pequenas, de administração familiar, que visam o chamado mercado de preços baixos. Portanto os investimentos são baixos, sejam eles em tecnologia, mão-de-obra especializada ou estrutura de logística. Por outro lado, na década 2000 houve o surgimento de novos clientes, representados por grandes empresas, entre elas a Coca Cola (que adquiriu as marcas Del Valle e Mais, então líderes no mercado de néctares), que, interessados no potencial do mercado de sucos, aumentaram em muito o grau de exigência em toda a cadeia. Concorrentes tradicionais neste mercado, como Maguary, Dafruta e WOW passaram a buscar novas estratégias visando atender aos padrões de qualidade exigidos sem que isso representasse aumentos significativos nos preços

praticados. Assim, agroindústrias processadoras de frutas que tenham interesse em manter negócios com estes novos clientes precisam, no menor prazo possível, adequar-se às exigências, sejam elas de qualidade, segurança de alimentos, responsabilidade social e ambiental entre outras. (PANDOLFI, 2004)

Sem dúvida, esses fatores representam, em um primeiro momento, aumento nos custos operacionais, pelo simples fato de obrigarem as empresas a fazerem investimentos em áreas que até pouco tempo não faziam parte dos seus planos de gestão. Por outro lado, após implementados, programas e ferramentas de gestão da qualidade, processos e operações industriais certamente resultarão em aumento na eficiência e redução de desperdícios, com impacto nos custos finais.

Nesse novo cenário, há também a necessidade urgente de que as empresas do setor de agronegócios e alimentos atuem de forma cada vez mais profissionalizada e mais estruturada em termos administrativos, pois a competitividade é crescente e isso torna-se questão de sobrevivência.

Gava (2007) *apud* Wollmann (2011) afirma que a indústria de alimentos é uma das que apresenta maior potencial de crescimento, independente do cenário econômico, por atender a uma das necessidades básicas da população.

Outra tendência que merece destaque é a aquisição de pequenas e médias empresas do setor por outras de maior porte, de controle nacional ou multinacional, que apostam na cadeia produtiva e nas chamadas “marcas mundiais”. Este fenômeno faz com que algumas empresas de atuação discreta e de caráter regional sejam geridas com o objetivo de valorizar a marca e negociá-la com outras maiores, fechando um ciclo relativamente curto de atuação, muitas vezes por falta de recursos para mantê-las competitivas com foco em sua produção.

O segmento de sucos industrializados vem evidenciando um forte potencial de crescimento, o que tem incentivado o ingresso de várias empresas nesse mercado (caso da Coca-Cola). Esse fato aumenta o grau de exigência com relação às empresas fornecedoras da principal matéria-prima: polpas e sucos concentrados de frutas. O mercado brasileiro de sucos “prontos para beber” movimenta cerca de 250 milhões de litros / ano. (Fonte: Panorama do setor de bebidas no Brasil - (BNDES SETORIAL, 2006)

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não alcoólicas – ABIR (2013) revelam que no ano de 2010 a produção de sucos e néctares foi de 533,08 milhões de litros, 14,0% a mais do que o ano anterior, sendo o interior de

São Paulo a região de maior destaque, responsável pela produção de 127,64 milhões de litros, equivalente a 23,94% do total.

O governo brasileiro investe amplamente na publicidade internacional de frutas tropicais brasileiras, o que representa um estímulo para que as empresas do setor invistam cada vez mais na produção para exportação de sucos de frutas como manga, goiaba, maracujá e caju. Projeções da ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas - apontam que, em 2012, o mercado de sucos e néctares pode chegar a 700 milhões de litros, porém, a irregularidade de fornecimento de polpa para as indústrias de fabricantes de suco “pronto para beber” (PPB) constitui um dos principais gargalos para essas empresas planejarem suas vendas. (ABIR, 2013)

A busca de vantagens competitivas, invariavelmente, faz pensar em diferenciais que as empresas possam obter em termos de padrão de qualidade e produtividade em seus produtos ou serviços. Assim sendo, a utilização de ferramentas de gestão e de um plano estratégico pode propiciar à empresa o embasamento necessário para uma condução segura de suas atividades.

1.1.2 O segmento de processamento de frutas tropicais e a empresa objeto do estudo de caso

O segmento no qual a empresa estudada está inserida – processamento de frutas tropicais – representa um elo intermediário no sistema brasileiro de fruticultura, responsável pelo processo industrial de frutas visando à obtenção de polpas e sucos concentrados, com o objetivo de abastecer as empresas fabricantes de produtos acabados. Abrange, portanto, empresas fabricantes de bens semi-industrializados, com relação comercial do tipo *business to business* (b2b), uma vez que não disponibilizam seus produtos para o mercado varejista, mas apenas como matéria prima para outras empresas que por sua vez irão elaborar o produto final.

Dessa forma, as relações comerciais para a obtenção de matérias primas envolvem, na maioria das vezes, produtores agrícolas individuais ou cooperativas, representando em muitas ocasiões o elo mais fraco da cadeia produtiva, com menor poder de negociação e menor agregação de valor.

O presente trabalho visa estudar um dentre os segmentos que compõem o setor de processamento de frutas, com ênfase nas operações envolvidas em uma planta de processamento, analisando as ferramentas utilizadas em sua gestão na busca por produtividade. Destaca ainda a importância do uso de indicadores de desempenho

industrial e seu impacto nos custos e, conseqüentemente, na competitividade da empresa.

Por questão de sigilo, a empresa objeto do estudo receberá o nome fictício de Frupolpa.

Além da relevância do segmento em que ela se insere, o estudo da empresa selecionada se justifica uma vez que os resultados alcançados podem contribuir para o melhor desempenho dela, colaborando, ainda, para a ampliação da competitividade do próprio segmento.

A empresa objeto do estudo de caso está localizada na Região de Governo de Araraquara-SP, tendo sido instalada em 1999 por um grupo de empreendedores da região. Segundo classificação do CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas – a empresa é enquadrada na subclasse 1033-3/01: Fabricação de sucos concentrados de frutas, hortaliças e legumes.

Em razão de o pesquisador atuar profissionalmente junto à referida empresa, foi possível resgatar seu processo evolutivo por meio de observação direta e atualizar dados e informações de forma direta e indireta, acessando documentos e entrevistando profissionais nela atuantes.

Cabe esclarecer que a análise e a avaliação da empresa foi desenvolvida contemplando sua atuação tendo em vista suas ações ao interior dela, sem caracterizar os fornecedores de insumos e matérias primas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar e caracterizar os processos operacionais da Frupolpa, empresa de processamento de frutas localizada no interior de São Paulo, especificar principais pontos de perdas de tempo no decorrer do processo produtivo e avaliar o impacto de novas ferramentas e programas no desempenho da planta industrial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o processo de evolução da área operacional da Frupolpa em dois momentos: antes e após sua aquisição por um grupo multinacional.
- Propor e acompanhar a implementação de ferramentas e estratégias para reduzir tempos mortos, aumentando a eficiência da planta.

- Mostrar impacto de novas ferramentas e programas no desempenho da planta industrial.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco seções:

A seção 1 – Introdução - compreende a contextualização da problemática e a justificativa para seu estudo, abordagem sobre as tendências e características da fruticultura e do setor da agroindústria processadora de frutas tropicais; objetivos gerais e específicos; caracterização da estrutura do trabalho.

Na seção 2, através de revisão bibliográfica, é apresentado o referencial teórico da dissertação, abordando e ressaltando os principais conceitos utilizados pela pesquisa, como competitividade em seus vários aspectos e amplitudes; globalização, fordismo e pós fordismo; indicadores de desempenho no âmbito industrial; caracterização da indústria processadora de frutas em seus aspectos de arranjo físico e tipos de processo, manutenção industrial, suas características e impactos na gestão fabril; e, finalmente, apresentada da utilização de ferramentas da qualidade para diagnósticos e tomada de decisão.

A seção 3 aborda as características básicas e fundamentais que descrevem as indústrias de processamento de frutas tropicais em geral, considerando aspectos relevantes de seu arranjo físico e tipologia de processo, fatores estes preponderantes para as ferramentas e estratégias de gestão utilizadas na área de operações e manutenção industrial.

A seção 4 apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, seus conceitos e características fundamentais para a elaboração do trabalho, complementada por fontes e coleta de dados, análise dos dados obtidos e critérios utilizados para a seleção da empresa em que a pesquisa foi desenvolvida.

Na seção 5 é exposto o estudo de caso realizado em uma empresa processadora de frutas tropicais, apresentando a empresa, caracterizando seu processo evolutivo histórico, suas transformações e a implementação de novo sistema de gestão – aspectos considerados fundamentais para a consecução dos resultados da pesquisa. Nessa seção também há a apresentação dos dados, ferramentas utilizadas para a análise dos referidos resultados.

A seção 6 apresenta a análise das informações levantadas e as considerações finais. A conclusão do trabalho apresenta alguns resultados avaliados relevantes para o setor de processamento de frutas, no que se refere à gestão industrial, tornando possível verificar o impacto da aplicação de ferramentas específicas.

2 Revisão Bibliográfica

Nesta seção é abordado o tema competitividade na visão de vários autores (RODRIGUEZ, 2007; PORTER, 1992, 1999 e 2004; SHINGO, 1996; KARDEC & NASCIF, 2009; PEREIRA, 2011; MAXIMIANO, 2011, FERRAZ, KUPFER, HAGUENAUER, 1996; MINTZBERG, 2000; CHIAVENATO, 2000), caracterizada sua importância no posicionamento da empresa diante do mercado e concorrência, assim como são apresentados sistemas e ferramentas de gestão que possibilitem atingir as estratégias propostas pela organização.

Fenômenos como a globalização, tendências de modificações nas relações funcionais das empresas, embasadas em paradigmas destacados na transição entre o modelo Fordista e um sistema posterior – denominado de Pós-Fordismo por autores diversos (BARROS, 2001; ANDRADE, 2002; ARIENTI, 2002; KUMAR, 2006; HELAL, 2006; TENÓRIO, 2011)– são abordados por sua relevância em termos de mudanças de cenário, atuando como molas propulsoras para as decisões estratégicas gerais de muitas empresas que buscam manter sua competitividade.

Aspectos como indicadores de desempenho e sua colaboração para o gerenciamento empresarial, caracterização da indústria de processamento de frutas, a importância de uma gestão eficiente no setor de manutenção industrial e a utilização de ferramentas da qualidade na gestão de operações complementam o conteúdo, cuja proposta central é determinar os principais fatores e variáveis relacionadas à rotina industrial e seus impactos na competitividade.

A competitividade crescente entre as diversas organizações em seus nichos de atuação, acentuadas muitas vezes pela globalização dos mercados, faz com que as empresas busquem manter-se atualizadas em suas estratégias, procurando suas vantagens competitivas e, conseqüentemente, seu melhor desempenho. Porter (2004) considera três estratégias genéricas para se alcançar uma vantagem competitiva: liderança de custo, diferenciação e enfoque. O mesmo autor sugere que muitas atividades de uma empresa, como produção, marketing, finanças e outras desempenham um papel importante na busca pela vantagem competitiva.

A competição global irá também forçar uma redução das margens de lucro, que será definida pelo mercado e não mais pelo fabricante ou fornecedor. Desta forma, na economia orientada pelo cliente, o preço de venda é definido pelo mercado, ficando por

conta do fabricante ou fornecedor trabalhar seus custos para atingir a melhor margem de lucro possível. Portanto, fatores como custo e qualidade devem ser sempre melhorados.

De acordo com Shingo (1996), algumas empresas podem determinar o preço de seus bens utilizando o princípio básico de custo: $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de venda}$, porém a Toyota passou a adotar o chamado “Princípio do Não Custo”, onde o mercado determina o preço de venda de um produto. A partir deste ponto de vista, a equação passa a ser: $\text{Preço de venda} - \text{Custo} = \text{Lucro}$.

Shingo (1996) acrescenta que, portanto, a única forma de aumentar o lucro consiste em reduzir os custos, priorizando esta atividade, principalmente com o princípio da eliminação de desperdícios.

Dessa forma, a manutenção de equipamentos, principalmente com enfoque preventivo, exerce papel fundamental na redução de custos, uma vez que tem como principal objetivo garantir o funcionamento adequado das linhas de produção evitando paradas no processo e conseqüentemente aumento nos custos. Disponibilidade e confiabilidade são aspectos relevantes neste contexto (KARDEC & NASCIF, 2009; PEREIRA, 2011).

2.1 Globalização, Fordismo e Pós-fordismo

Tema largamente abordado no Brasil a partir da década de 1980, o fenômeno conhecido como globalização tem como principal aspecto a abertura comercial entre as mais diversas regiões e áreas de atividade, demonstrada em relações comerciais envolvendo empresas atuantes em todos os segmentos. De acordo com Nóbrega et al. (2002) com a evolução da industrialização e das finanças a globalização passou a ter os contornos e a abrangência que apresenta atualmente e “é baseado nesse modelo de formação de produção que as indústrias ganham forma e passam a estabelecer as relações organizacionais, refletindo conquistas, conflitos e transformações da organização do trabalho.”

Chiavenato (2000) afirma que a globalização da economia tende a favorecer os países mais desenvolvidos, uma vez que estes possuem melhor tecnologia, maiores recursos e estabilidade econômica permanente, sendo sua capacidade de produzir em larga escala, por um preço mais reduzido, superior à dos países emergentes. Os países desenvolvidos padecem de um custo de mão-de-obra maior e de uma estrutura de Estado voltada ao bem-estar social que é mais onerosa que a dos países emergentes.

De acordo com Nóbrega et al. (2002) a globalização reflete uma situação em que a capacitação e a mobilização de pessoas tornam-se essenciais para o desempenho, exigindo a compreensão de outras culturas, costumes e línguas. Os mesmos autores enfatizam que o quadro de mão-de-obra revela a superação que o trabalhador deve apresentar, pois não se trata de “apenas de uma questão de cumprir a carga horária, mas de contribuir muito além do conteúdo integral do trabalho, apresentando-se com contribuições para o aprimoramento contínuo deste.”

Segundo Arienti (2002, p. 09):

Em termos macroeconômicos, os efeitos da implementação de novas estratégias, por parte das empresas multinacionais, de organização locacional da produção e de maior movimentação dos fluxos de capitais entre suas unidades operacionais em diversas economias nacionais combinados com a reorientação da política econômica adotada pelos governos nacionais criaram um contexto mais global para a acumulação de capital. (ARIENTI, 2002, p. 09).

Kumar (2006) considera que a tecnologia e a globalização foram os principais elementos que impulsionaram a transição entre Fordismo (caracterizado pela produção em massa e baixa flexibilidade) e Pós-fordismo (modelo de maior flexibilidade e adequação às novas demandas). O autor destaca também a evolução da informação como passo mais progressista no processo evolutivo.

Arienti (2002) afirma ainda que a globalização impõe uma pressão competitiva sobre as estruturas empresariais que não se adaptam às novas estratégias e em se tratando de modificações no processo de produção,

“...pode-se identificar a difusão da automação e da informação baseada na tecnologia da microeletrônica, o florescimento de novas tecnologias, como a biotecnologia, as estratégias neo-schumpeterianas de inovações graduais, endógenas e contínuas para conquistar a liderança ou manter posição na concorrência empresarial, a adoção de organização mais flexível do trabalho (como produção em células, terceirização, *just in time*, *kanban*), formas mais cooperativas no relacionamento inter-firmas na cadeia de produção e a especialização flexível das empresas para diversificar a produção e diferenciar produtos visando a aproveitar nichos de mercado e se beneficiar de economias de escopo.” (ARIENTI, 2002, p. 09)

Andrade (2002) enfatiza que dois modelos básicos de gestão predominaram no século XX:

- a. Fordismo: iniciado em 1914, por Henry Ford, caracterizado por um conjunto de ações de caráter monológico, abordagem mecanicista da escola de administração fundada por Taylor. Expandiu-se até os anos 1970;

- b. Toyotismo: mais dialógico, com abordagem mais comunicativa e orgânica, mais orientado para as escolas que enfatizam o aspecto comportamental ou de relações humanas da administração.

Ainda segundo Andrade (2002) “as expressões fordismo, moderno e sociedade industrial se opõem às expressões pós-fordismo, pós-moderno e sociedade pós industrial, do Toyotismo.

De acordo com Helal (2006), o Fordismo – sistema caracterizado pela produção em massa e produtos padronizados - entrou em crise a partir da década de 1970, quando o mercado consumidor tornou-se instável e individualizado, exigindo bens variados, que atendessem aos mais diversos gostos. Conseqüentemente, os equipamentos eram mais exigidos e tornavam-se obsoletos cada vez mais cedo. Dessa forma, as organizações tiveram que se reinventar, visando manter ou aumentar sua competitividade, ou até mesmo para sobreviver no mercado. Surgiram, então, as chamadas organizações pós-fordistas, que, segundo muitos autores utilizam-se de um modelo de acumulação flexível, confrontando assim a rigidez do fordismo.

Barros (2001.) acrescenta, dizendo que o modelo, conhecido também por *especialização flexível*, apóia-se na intrincada articulação de três fatores que são complementares: novas tecnologias, novas formas de organização social do trabalho e novos padrões de demanda.

Helal (2006) ressalta que esta característica teve influência direta na mão-de-obra, uma vez que a “passagem da fase de mecanização e automação rígidas (modelo fordista) para a fase de automação - especialização flexível (modelo pós-fordista) mudou o contexto técnico no qual as qualificações da mão-de-obra são exigidas”.

Esse novo contexto transformou o conceito de qualificação (conceito nascido e consolidado com o modelo taylorista-fordista de produção). Exigiu-se do trabalhador, a partir deste modo de produção flexível (pós-fordismo / toyotismo), um tipo de conhecimento não restrito apenas ao técnico-operacional. A qualificação passou, assim, a depender menos de um saber-fazer técnico e mais da atitude, da comunicação e de traços de personalidade do trabalhador. (HELAL, 2006, p. 04)

Frischtak (1994) *apud* Guerrini (1998) afirma que a necessidade das empresas de aumentarem sua produtividade e competitividade levou-as a internacionalizar suas operações, globalizar a produção e adotar um modelo pós-fordista de estruturar a produção e organizar a empresa.

A nova empresa deverá estar baseada em tecnologia, orientada para os clientes e preocupada com a capacitação e o desenvolvimento constante de seus empregados. (ANDRADE, 2002).

Para Tenório (2011) o pós-fordismo caracteriza-se pela diferenciação integrada da organização da produção e do trabalho sob a trajetória de inovações tecnológicas em direção à democratização das relações sociais nas organizações. Concepção que contraria a fordista na medida em que esta se baseia na previsão de um mercado em crescimento, o que justificava o uso de equipamentos especializados a fim de obter economia de escala. Agora surgem equipamentos flexíveis cuja finalidade é atender a um mercado diferenciado, tanto em quantidade quanto em composição.

Castro et al. (1996) apud Tenório (2011) apontam os chamados novos padrões emergentes – características da empresa pós-fordista – e os agrupam em seis diferentes características:

- a. Um esforço permanente para a melhoria simultânea da qualidade, dos custos e dos serviços de entrega;
- b. Manter-se muito próximo dos clientes, para entender suas necessidades e ser capaz de se adaptar para satisfazê-las;
- c. Busca de uma maior aproximação com os fornecedores;
- d. Utilização estratégica da tecnologia, visando à obtenção de vantagens competitivas;
- e. Utilização de estruturas organizacionais mais horizontalizadas e menos compartimentalizadas;
- f. Utilização de políticas inovadoras de recursos humanos

Barros (2001), após extensa revisão bibliográfica, aponta autores que simplesmente optam por não entender que há uma clara substituição do fordismo pelo pós-fordismo, mas sim a aplicação de alguns novos conceitos administrativos - aliados a evolução tecnológica e principalmente dos sistemas de informação – que permitem uma flexibilização na forma de se administrar as empresas. Assim, não haveria necessariamente a morte de um sistema e conseqüentemente a implantação de um outro substituto, mas apenas uma evolução do sistema fordista, mantendo algumas de suas características fundamentais e agregando outras, com o objetivo de complementar as anteriores e garantir melhores condições para a gestão da empresa em seus diversos aspectos. Na visão desses estudiosos, casos em que as condições específicas de um

segmento, assim como a cultura de um determinado país são aspectos que exigem modelos “híbridos” de gestão.

2.2 Competitividade

Segundo Maximiano (2011) competitividade é uma tradução particular da idéia de eficácia. Para serem competitivas, as empresas precisam ter desempenho melhor que outras que disputam os mesmos clientes, ou seja, uma empresa é considerada competitiva quando tem alguma vantagem sobre seus concorrentes.

Com a crescente abertura de mercados e inovações nos sistemas de comercialização e logística, as empresas passaram a atender novos mercados, atingindo clientes em praticamente todas as partes do mundo, fato este que contribuiu para uma maior exposição das organizações a novos concorrentes, aumentando assim o nível de exigências para se manter competitivas no chamado mercado globalizado.

De acordo com estudos de vários autores (PORTER,1992, 1999 e 2004; MAXIMIANO, 2011, FERRAZ, KUPFER, HAGUENAUER,1996;MINTZBERG, CHIAVENATO, 2000) definir a competitividade de uma empresa não é tarefa das mais simples, exigindo uma análise criteriosa da empresa, de seu ambiente, concorrência, momento e outros fatores que, de forma direta ou indireta possam afetar o seu desempenho.

Porter (1999) enfatiza a forma como a concorrência deve ser analisada.

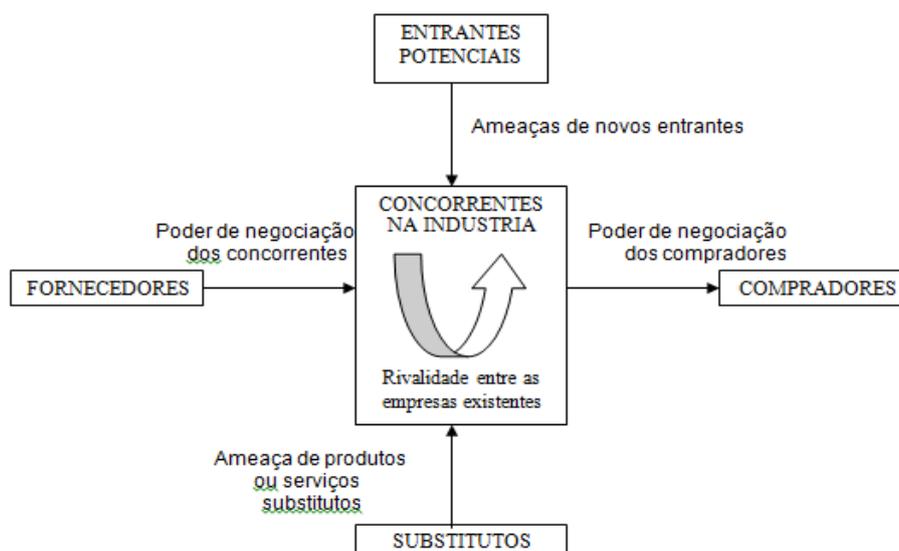
A concorrência em uma indústria tem raízes em sua estrutura econômica básica e vai bem além do comportamento dos atuais concorrentes.

Ainda segundo o mesmo autor, “o grau da concorrência em uma indústria depende de cinco forças competitivas básicas”, apresentadas na Figura 4, e que devem ser estudadas a fundo, avaliando o potencial final de lucro da organização.

Assim, para cada indústria ou segmento diferente, deve-se observar que cada uma as forças terá características e efeitos particulares, causando impactos diferentes em cada caso específico.

A Figura 4 ilustra o cenário descrito por Porter (1999) evidenciando as cinco forças que determinam concorrência na indústria.

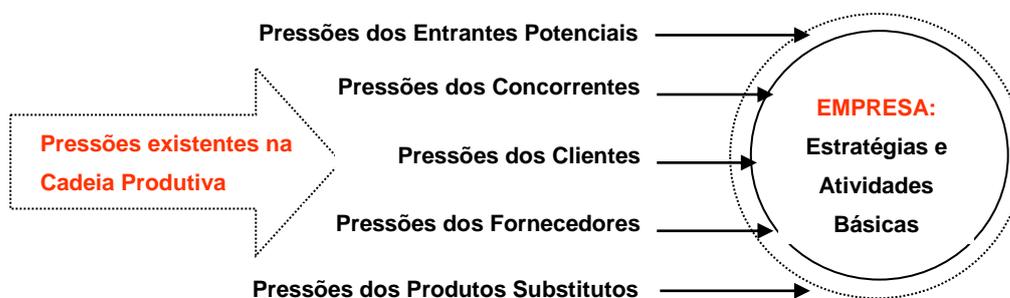
Figura 4: Forças que dirigem a concorrência a indústria.



Fonte: Porter (1999)

Em uma outra abordagem, Porter (1992) retrata as pressões da cadeia produtiva na competitividade das empresas, considerando também as pressões dos produtos substitutos e dos entrantes potenciais, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: As pressões da Cadeia Produtiva na Competitividade Empresarial.



Fonte: Porter (1992)

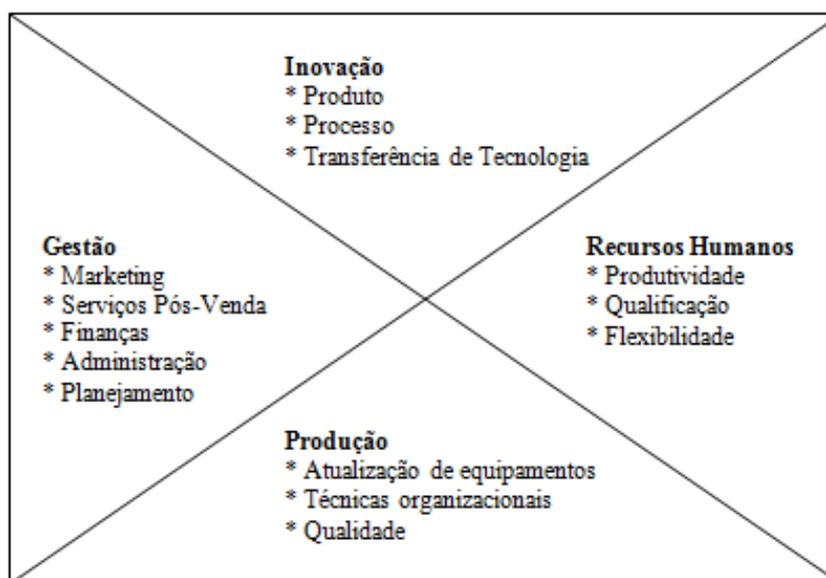
Conforme ilustrado na Figura 6, diversas pressões existentes na cadeia produtiva podem estar constantemente presentes no cotidiano das empresas. O grau de intensidade que cada uma exercerá dependerá principalmente do segmento de atuação da empresa, mas certamente oscilará de acordo com o momento vivido e as influências do meio.

Em uma abordagem mais aprofundada dos fatores envolvidos na análise de competitividade empresarial, há a necessidade de se relacionar uma enorme gama de aspectos que afetam em diferentes níveis as organizações. Estes fatores estão presentes,

em maior ou menor intensidade, dependendo da indústria analisada, assim como da empresa em si, mercado, seus ambientes de atuação, momento corrente e ao sistema produtivo como um todo.

Desta forma, Ferraz et. al. (1996) propõem a utilização de três grupos de fatores: “os empresariais (internos à empresa), os estruturais (referentes à indústria/complexo industrial) e os sistêmicos”, conforme Figuras 6 e 7.

Figura 6: Fatores empresariais.

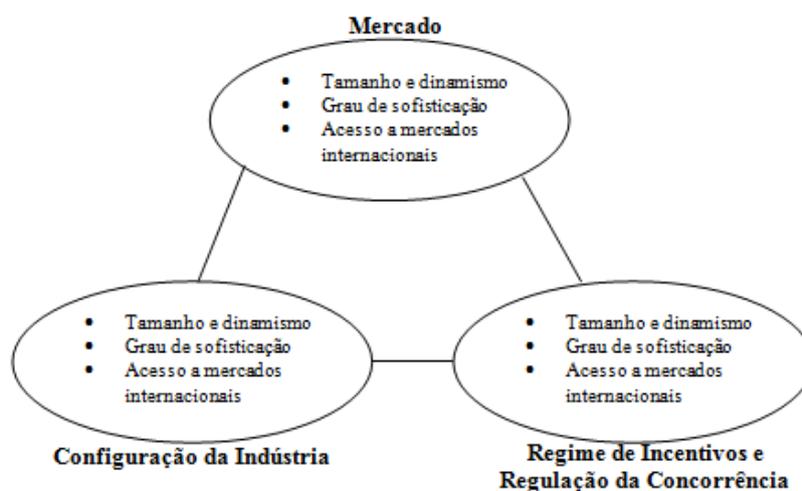


Fonte: Ferraz et al. (1996, p. 12)

Ainda segundo Ferraz et. al. os fatores empresariais – ilustrados na Figura 6 - são aqueles que estão passíveis de atuação pela empresa, podendo ser controlados ou modificados, contidos nas quatro áreas de competência representadas na Figura 6, e são descritos como:

A eficácia da gestão em termos do posicionamento estratégico da empresa de acordo com fatores de sucesso no mercado e da capacidade de integrar estratégia, capacitação e desempenho; a capacitação tecnológica em processos e produtos; a capacitação produtiva principalmente em termos do grau de atualização dos equipamentos e instalações assim como dos métodos de organização da produção e controle da qualidade e a produtividade dos recursos humanos.

Figura 7: O triângulo da competitividade estrutural.



Fonte: Ferraz et al. (1996, p.13)

Ainda segundo Ferraz et. al. (1996), os fatores estruturais – apresentados na Figura 7 - são aqueles sobre os quais a capacidade de intervenção da empresa é limitada pela mediação do processo de concorrência, estando por isso apenas parcialmente sob sua área de influência. No caso dos fatores enquadrados como sistêmicos, os mesmos não são passíveis de sofrer influências da empresa, ou, quando isso ocorre, é de forma escassa.

É de fundamental importância observarmos que todos os três fatores apresentados (empresariais, estruturais e sistêmicos) abrangem diversos outros sub-fatores que, somados, irão determinar o nível de competitividade da empresa. Conclui-se, assim que, para que uma empresa atinja um nível de competitividade que lhe dê uma sustentabilidade necessária para sua permanência e evolução no mercado, todos os aspectos devem ser avaliados e suas estratégias definidas. Ferraz et al. (2000), porém, acrescentam que no novo paradigma competitivo predominam qualidade de produto, flexibilidade, rapidez de entrega e inovatividade, além da racionalização dos custos de produção.

De acordo com Candeloro (2009)

a) Quando um cliente compra um produto ou serviço, na verdade ele está "contratando" este produto ou serviço para resolver um problema. O caminho do sucesso para as empresas é facilitar a resolução desse problema que o cliente já está tentando resolver. Em outras palavras, um produto ou serviço que realiza um melhor

trabalho e satisfaz mais as necessidades do cliente ao ser "contratado" obviamente terá maior probabilidades de sucesso.

b) Todo produto ou serviço tem motivadores de compra (preço baixo e benefícios) e barreiras de aquisição (dificuldades de aquisição e uso).

c) Para ter 100% de sucesso garantido um novo produto ou serviço deve:

c.1) Aumentar a motivação de compra - tem que ser mais acessível (preço mais baixo) e tem que ter melhores características (mais benefícios).

c.2) Eliminar barreiras de aquisição - Não deve ter custos de adoção, troca ou adaptação (facilidade de uso) e deve ser fácil de encontrar (facilidade de aquisição).

Surge, portanto, o fator de comparação, em que a satisfação dos parceiros será fundamental nesse processo de julgamento de valores.

Preços, dentro de uma política econômica instável, também geram mudanças no ambiente de mercado, mas boas relações podem durar a vida toda.

A combinação de uma interação harmoniosa entre o posicionamento da instituição, o posicionamento do mercado e o posicionamento dos serviços é um dos fatores que podem levar a empresa a alcançar bons resultados.

O mercado é que posiciona os serviços e não apenas a empresa. Por isso, instituições precisam entender como funcionam as engrenagens do mercado, para poder influenciar a forma através da qual o mercado posiciona seus serviços oferecidos.

Piana & Erdmann (2011), após revisão bibliográfica sobre competitividade, encontraram 107 fatores relacionados à competitividade, que classificaram em 14 grupos: flexibilidade, custo, confiabilidade, rapidez, relacionamento com clientes, qualidade, tecnologia, integração, responsabilidade ecológica, inovação, *benchmarking*, produção enxuta, treinamento e informação.

O Quadro1 ilustra estes fatores e os associa a outros a eles relacionados.

Quadro 1 - Agrupamento dos fatores relacionados à competitividade

| FATORES | FATORES RELACIONADOS |
|-----------------------------------|--|
| Informação | Ambiente informacional, conhecimento, arquitetura e tecnologia da informação, comunicação, estratégia, orientação estratégica, planejamento estratégico dos recursos humanos e gestão do conhecimento. |
| Flexibilidade | Troca rápida de ferramentas e eficiência dos equipamentos |
| Integração | Relação com fornecedores, internacionalização, redes interorganizacionais, redes e eficiência coletiva. |
| Custo | Custos da qualidade, custos/preço, gerenciamento de custos e preço. |
| Rapidez | Tempo de <i>set up</i> , entrega e tempo. |
| Qualidade | Qualidade dos produtos, melhoria e aperfeiçoamento contínuos. |
| Inovação | Atividades inovadoras, pesquisa e desenvolvimento, inovação tecnológica, diferenciação de produtos e novos produtos. |
| Produção Enxuta | Gestão eficiente, tempo de <i>set up</i> , troca rápida de ferramentas, eficiência de equipamentos, melhoria contínua, programação puxada, definição de valor, geração de fluxo e cadeia de valor. |
| Responsabilidade Ecológica | Produção mais limpa, desenvolvimento sustentável, gestão ambiental, eficiência no tratamento de resíduos, riscos socioambientais, tecnologias mais limpas, produtos e processos ecologicamente corretos. |
| Relacionamento com Cliente | Satisfação do cliente e do consumidor, necessidades do cliente, conduta social, consumo do cliente, segmentação de mercado, orientação para o mercado, diferenciação de foco, serviço e atendimento. |
| Treinamento | Habilidades e experiência do trabalhador, qualidade de vida, ergonomia, atitude gerencial, relações de trabalho, estrutura interna, capital humano, educação. |
| Tecnologia | Adaptação a novas tecnologias, inovações tecnológicas, tecnologia da informação, modernização de máquinas e métodos, liderança tecnológica, modernização e gestão tecnológica. |
| Confiabilidade | Relação com fornecedores e eficiência de equipamentos |
| Benchmarking | Gestão por indicadores de desempenho, medição de desempenho e gerenciamento de custos. |

Fonte: PIANA & ERDMANN (2011)

Analisando o Quadro 1, a partir de seus fatores relacionados, podemos identificar os fatores que apresentam relação direta com a área de operações industriais, foco deste trabalho: flexibilidade, custo, qualidade, produção enxuta, confiabilidade e *benchmarking*.

Campos (1999) afirma que ser competitivo é ter a maior produtividade entre todos os seus concorrentes, e o que realmente garante a sobrevivência das empresas é a garantia de sua competitividade, porém a esta decorre da produtividade que por sua vez decorre da qualidade. A Figura 8 ilustra esta interdependência citada por Campos (1999).

Figura 8: Interligação entre os conceitos.



Fonte: Campos (1999, p. 07)

A Figura 8 evidencia a inter-relação entre fatores considerados por Campos (1999), sendo a sobrevivência da organização sustentada pela competitividade, que tem como base a produtividade e por sua vez é sustentada pela qualidade. Neste ponto de vista, todo o sistema deve ser suportado por fatores como projeto perfeito, fabricação perfeita, segurança do cliente, assistência perfeita, entrega no prazo e custo baixo, que se localizam na base da pirâmide.

Dessa forma, este trabalho aborda alguns aspectos diretamente relacionados a esses fatores, objetivando detalhar seus impactos e relevâncias.

2.2.1 Estratégias competitivas: a relevância da produção enxuta

Nas organizações, situadas em diferentes ambientes e segmentos, a aplicação de estratégias deve ser adaptada para cada caso específico, buscando atender realmente as

necessidades individuais de cada empresa, observando sua cultura organizacional, o comportamento do mercado no momento e as tendências e posições relativas da empresa dentro de seu segmento, observadas por seus administradores. Porém, há diferentes formas de se classificar as estratégias, visando uma melhor compreensão e facilitar a orientação das empresas.

Porter (2004) classifica as estratégias empresariais em três categorias genéricas:

- Liderança de custo: Aposta na oferta de produtos ou serviços para o consumidor a custo mais baixo que os concorrentes.
- Diferenciação: Oferecimento aos clientes de um fator diferencial em seus produtos ou serviços, enfatizando uma ou mais vantagens, fazendo com que haja uma identificação imediata do produto com os consumidores.
- Foco: O enfoque pode ser no custo ou na diferenciação. A empresa deve selecionar um segmento em que deve concentrar suas forças, mesmo que em detrimento de outros, buscando assim aproveitar oportunidades identificadas no mercado consumidor.

Dentro deste contexto, qualquer empresa que busque uma vantagem competitiva em relação à concorrência, estaria obrigatoriamente enquadrada em uma das três categorias, condição esta fundamental para alcançar o sucesso. A definição sobre qual categoria é a mais interessante para a empresa deve vir a partir de uma análise criteriosa elaborada por seus administradores. (PORTER, 2004)

Desta forma, independente dos pontos fortes e fracos que uma empresa possa ter com relação a seus concorrentes, o baixo custo e a diferenciação são considerados dois tipos básicos de vantagens competitivas que ela pode possuir.

Thompson e Strickland (2000, p. 154 – 155) *apud* Romaniello et al. (2006, p. 08), baseado também nos estudos de Porter, estabelecem um total de cinco estratégias, as quais denominam de “cinco estratégias competitivas genéricas”, sendo:

- a. **Estratégia de lideranças de custos baixos** – empenhar-se para ser o detentor de baixo custo geral de um produto ou serviço atraente para uma grande faixa de clientes;
- b. **Estratégia de grande diferenciação** – procura diferenciar o produto da empresa em relação ao mesmo produto oferecido por rivais de maneira a atrair uma grande faixa de compradores;

- c. **Estratégia de fornecedor de melhor custo** – oferece aos clientes mais valor pelo dinheiro, combinando a ênfase de custo baixo com ênfase de diferenciação classe A;
- d. **Estratégia de enfoque ou nicho de mercado**, baseada em custos menores – concentrar em um segmento mais estreito de compradores e superar a concorrência dos rivais na base de menor custo para servir os membros do nicho;
- e. **Estratégia de enfoque ou nicho de mercado baseada na diferenciação** – oferecer aos membros do nicho um produto ou serviço personalizado de acordo com seus gostos e suas necessidades.

A partir desta revisão, pode-se afirmar que a empresa onde se desenvolveu esta pesquisa, pelas características da indústria em que está inserida, tende a se posicionar no item “c”, ou seja, estratégia de fornecedor de melhor custo, uma vez que seus produtos assumem características de *commodities* – pouca margem para diferenciação / alto índice de padronização. Desta forma, redução de custos e aspectos relacionados à qualidade e serviços podem significar seu diferencial com relação à concorrência. Importante destacar que, mesmo neste segmento, os clientes exigem também um padrão de qualidade e segurança de alimentos cada vez mais intensos, de acordo com normas reconhecidas internacionalmente, por isso, a busca por redução de custos operacionais não deve colocar em risco estes aspectos.

Na constante busca de competitividade, as empresas procuram eliminar os desperdícios, produzindo cada vez mais, com menos recursos, mais rapidamente e, assim, consequentemente e provavelmente, a um custo mais baixo. Por esse motivo, indicadores de eficiência de processos industriais têm sido implementados, visando facilitar a identificação de pontos frágeis na linha de produção e assim possibilitar a implantação de estratégias operacionais e gerenciais que garantam a maior produtividade possível.

Segundo Saab et al. (2009, p. 413):

Tornar a cadeia agroindustrial eficiente e capaz de fornecer tais requisitos ao consumidor, ao mesmo tempo em que busca diminuir os desperdícios e perdas de insumos e alimentos ao longo das operações de processamento, depende de ações e práticas coordenadas de cada um de seus segmentos e agentes, além da correta gestão de bens de produção, serviços e informações.

Para as agroindústrias de alimentos, questões relacionadas à busca constante por custos mais baixos, melhores níveis de qualidade e segurança tornam-se obrigatórias e

impulsionam o desenvolvimento tecnológico – novos processos e equipamentos – e o emprego de práticas de gestão específicas, como o sistema de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*). A abordagem da Produção Enxuta tem como principal foco a redução de desperdícios, em todos os sentidos, através do emprego de ferramentas da qualidade, manutenção, recursos humanos e outras, que geram impactos na redução de desperdícios, e conseqüentemente custos. (SHINGO, 1996).

De acordo com Ghinato (1996) o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System* – TPS) tem sido, mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção “enxuta” (do original em inglês, “*lean*”) é, na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do IMVP (*International Motor Vehicle Program*), um programa de pesquisas ligado ao MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. Na verdade, produção enxuta é um termo genérico para definir o Sistema Toyota de Produção (TPS).

Shah e Ward (2003) afirmam que produção enxuta é uma abordagem multi-dimensional que abrange uma ampla variedade de “práticas de gestão” (ferramentas), distribuídas em quatro áreas básicas: *just-in-time* (JIT), Gestão da Qualidade Total (TQM), Gestão de recursos Humanos (HRM), Manutenção Produtiva Total (TPM), em um sistema integrado, aproveitando a sinergia entre essas ferramentas e práticas para gerar um ambiente com o menor índice de desperdício possível, e a melhor produtividade.

Godinho Filho & Fernandes (2005), após extensa revisão bibliográfica, apontam os mais importantes princípios da manufatura enxuta abordados em trabalhos diversos. Estes princípios estão apontados no Quadro 2.

Quadro 2 - Princípios mais importantes da manufatura enxuta.

| Princípio | Código |
|--|--------|
| Determinar valor para o cliente, identificando cadeia de valor e eliminando desperdícios | A |
| Trabalho em fluxo/simplificar fluxo | B |
| Produção puxada/ <i>just in time</i> | C |
| Busca da perfeição | D |
| Automação/qualidade <i>seis sigma</i> | E |
| Limpeza, ordem e segurança | F |
| Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos | G |
| Gerenciamento visual | H |
| Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto | I |

Fonte: Godinho Filho & Fernandes, 2005

Analisando o Quadro 2 observa-se que alguns dos princípios estão relacionados diretamente à gestão de manufatura, enquanto outros podem ser aplicados às diversas áreas e setores de uma organização.

Para facilitar a compreensão, Godinho Filho & Fernandes (2005) atribuíram a cada princípio um código, visando relacionar cada um deles aos chamados capacitores (tecnologias, metodologias e ferramentas) aplicados na implementação da manufatura enxuta. Estes capacitores e suas respectivas relações com os princípios podem ser visualizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Os capacitores da Manufatura enxuta e relacionamentos com princípios enxutos

| Capacitores (Tecnologias, metodologias e ferramentas) | Princípio relacionado |
|--|-----------------------|
| Mapeamento do fluxo de valor | A |
| Melhoria na relação cliente/fornecedor | A |
| Recebimento/fornecimento <i>just in time</i> | A,C |
| Tecnologia de grupo | B |
| Trabalho em fluxo contínuo | B |
| Trabalhar de acordo com o <i>Takt time</i> / produção sincronizada | B |
| Manutenção produtiva total (TPM) | B |
| <i>Kanban</i> | C |
| Redução do tempo de <i>set up</i> | C |
| <i>Kaizen</i> | D |
| Ferramentas do controle de qualidade | E |
| Zero defeito | E |
| Ferramentas <i>Poka Yoke</i> | E |
| 5S | F |
| <i>Impowerment</i> | G |
| Trabalho em equipes | G |
| Comprometimento dos funcionários da alta gerência | G |
| Trabalhador multi-habilitado / rodizio de funções | G |
| Treinamento de pessoal | G |
| Medidas de performance | H |
| Gráficos de controle visuais | H |
| Modificação de estrutura financeira/custos | I |
| Ferramentas para projeto enxuto | I |

Fonte: adaptado de Godinho Filho & Fernandes (2005 – p. 05)

A partir de uma análise do Quadro 3, o autor da presente dissertação pôde identificar alguns dos princípios e capacitores que estão sendo utilizados pela empresa onde se desenvolveu o estudo de caso – Frupolpa - diretamente relacionados aos resultados obtidos no trabalho.

O Quadro 4 relaciona estes princípios e fatores.

Quadro 4 - Capacitores da produção enxuta utilizados na Frupolpa.

| Capacitores (Tecnologias, metodologias e ferramentas) | Princípio relacionado |
|---|-----------------------|
| Melhoria na relação cliente/fornecedor | A |
| Trabalho em fluxo contínuo | B |
| Manutenção produtiva total (TPM) | B |
| Redução do tempo de <i>set up</i> | C |
| Ferramentas do controle de qualidade | E |
| Trabalho em equipes | G |
| Comprometimento dos funcionários da alta gerência | G |
| Treinamento de pessoal | G |
| Medidas de performance | H |
| Gráficos de controle visuais | H |

Fonte: Elaborado pelo autor - adaptado de Godinho Filho & Fernandes (2005).

Segundo Ghinato (1996), a essência do Sistema Toyota de Produção é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda, reconhecido na Toyota como “princípio do não-custo”. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$ deve ser substituída por $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$. Importante destacar que, com o aumento da concorrência, em que os clientes têm a disposição uma variedade cada vez maior de produtos que possam atendê-lo, a formação de preços tende a ser ditada pelo mercado. Esta característica é ainda mais marcante em mercados que operam com produtos que apresentam alto grau de padronização, com aspectos que remetem às *commodities*, como é o caso da empresa objeto de estudo deste trabalho.

Para Piana & Erdmann (2011):

Os fatores relacionados à produção enxuta são elementos que visem, por exemplo, à adoção de práticas relacionadas à diminuição do desperdício, à utilização eficiente dos recursos, à busca da melhoria contínua e à agregação de valor às etapas de produção. (PIANA & ERDMANN, 2011, p. 80)

2.1.1.1 Perdas e desperdícios

O contexto de perdas e desperdícios pode abranger diversos aspectos, que envolvem toda a cadeia de produção e distribuição, por isso é preciso analisar toda a cadeia de valor que se pretende abordar, desde a matéria prima até a entrega do produto ao cliente.

Shingo (1996) define perda como “qualquer atividade que não contribui para as operações, tais como espera, acumulação de peças semiprocessadas, recarregamentos, passagem de materiais de mão em mão, etc.”

O pensamento enxuto tem como proposta principal a geração de valor para o cliente pela eliminação de desperdícios, tornando a organização mais competitiva no mercado (CASTRO & ARAUJO, 2010).

Shingo (1996) aponta que Sistema Toyota de Produção identifica 7 grandes fontes de perdas, sugerindo técnicas para eliminação ou otimização de atividades que não agregam valor ao cliente, sendo elas:

- a) Perdas por superprodução;
- b) Perdas por transporte;
- c) Perdas no processamento em si;
- d) Perdas por fabricação de produtos defeituosos;
- e) Perdas por movimento;
- f) Perdas por espera;
- g) Perdas por estoque.

No presente trabalho será dado enfoque às perdas de tempo por falhas em equipamentos, que além de representar riscos de perdas por fabricação de produtos defeituosos, invariavelmente provoca aumento nos custos, uma vez que as consequências de paradas de linha de processo significam desperdício de outros recursos, com destaque para mão-de-obra (ociosa em função da máquina parada) e energia elétrica. Desta forma, em um sistema de produção em fluxo contínuo, falhas em equipamentos representam aumento nos custos de produção.

2.3 Indicadores de desempenho

Conforme Slack et al. (2002) o controle das operações produtivas adquire imprescindibilidade para que as organizações façam frente às suas demandas de mercado, sendo necessária a qualquer estratégia de produção a posse de informações detalhadas sobre o resultado obtido em relação às metas estabelecidas para, com isso, proceder ao ajuste de ações de curto e longo prazo. Desta forma, o controle contínuo dos processos, bem como a identificação dos aspectos que contribuem para melhor interpretar dados históricos e, portanto, para a percepção das melhores reações operacionais, confirmam os indicadores como ferramentas de acompanhamento dos resultados, para o aumento da qualidade e para a redução de custos.

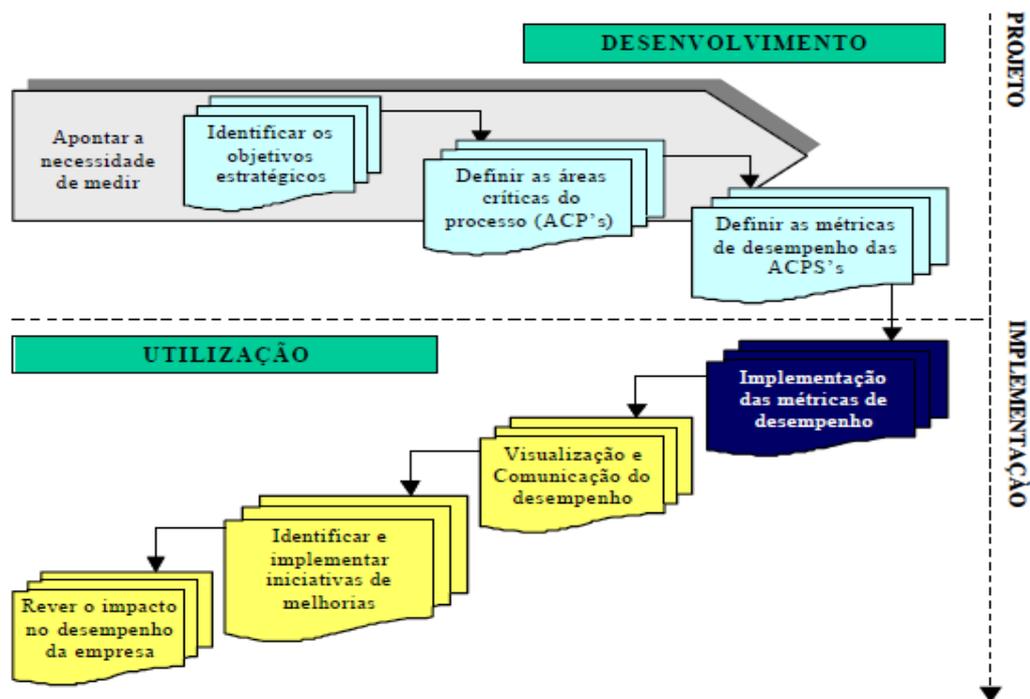
Saraiva e Camilo (2011, p. 02) acrescentam:

Não se pode esperar um fluxo contínuo de produção quando problemas de qualidade sucessivamente se apresentam ao longo do processo. Por isso, expressões como indicadores de qualidade, indicadores de desempenho, características críticas de produtos e processos, entre outras, sugerem que propostas de controle têm sido implementadas nas organizações, em um processo de popularização muitas vezes irrefletido. Daí a necessidade de que se discuta como se concebem e usam tais ferramentas para que elas possam, de fato, contribuir para os fins a que se propõem.

Uma vez definidas as metas e os objetivos a serem atingidos, é de fundamental importância que a empresa estabeleça formas de monitoramento, visando mensurar seus progressos – ou desvios – e gerenciá-los da melhor maneira possível, em tempo hábil para que as correções de trajetória que se fizerem necessárias sejam aplicadas. Qualquer desvio em relação ao plano deve ser detectado e corrigido imediatamente, desde que o ambiente interno ou externo não tenham passado por grandes mudanças que necessitem revisar o que continha o plano inicial (PONGELUPPE e BATALHA, 2001.)

Na Figura 9 é apresentada, de forma esquemática, uma proposta de implementação de sistema de medição de desempenho - SMD.

Figura 9: Etapas de desenvolvimento, implantação e utilização dos SMD's.



Fonte: Cardoza et al. (2003)

Cardoza et al. (2003) demonstram através da Figura 9 os principais passos para que uma organização implante um sistema de medição de desempenho. Nota-se que os autores consideram o trabalho em duas fases básicas e distintas – projeto/desenvolvimento e implementação/utilização – com as etapas fundamentais de cada uma detalhadas.

Este acompanhamento de forma estruturada e com envolvimento de funcionários chave para o ótimo desempenho da organização é fundamental para o sucesso, gerando números e referências para a realimentação do plano, permitindo correções e ajustes em sua trajetória. (ELABORADO PELO AUTOR, COM BASE EM SUA EXPERIÊNCIA E ATUAÇÃO NA EMPRESA)

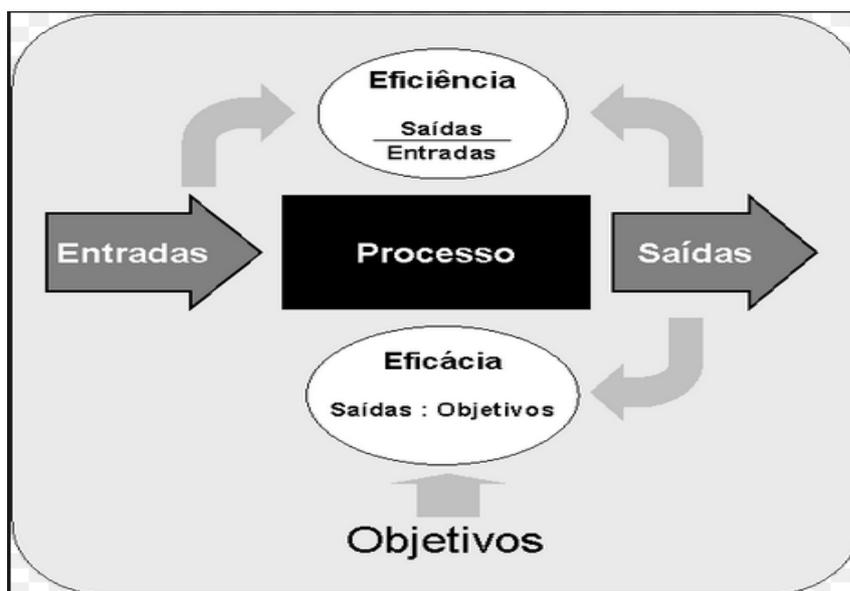
Do ponto de vista empresarial, conceitos como produtividade, eficiência e eficácia permeiam o cotidiano das operações diversas, servindo como referências para a maioria dos indicadores operacionais a serem monitorados.

Corrêa (2008) define eficácia e eficiência:

- Eficácia refere-se à extensão segundo a qual os objetivos são atingidos, ou seja, as necessidades dos clientes, e outros grupos de interesse da organização.
- Eficiência, por outro lado, é a medida de quão economicamente os recursos da organização são utilizados quando promovem determinado nível de satisfação dos clientes e outros grupos de interesse.

A Figura 10 ilustra a definição citada.

Figura 10: Ilustração da diferença entre eficiência e eficácia.



Fonte: Corrêa (2008, p. 159)

A partir da análise da Figura 10 nota-se que o índice de eficiência está diretamente ligado ao uso dos recursos disponíveis, enquanto eficácia refere-se ao atendimento dos objetivos da empresa.

No âmbito industrial, os chamados indicadores internos referem-se a dados que não se limitam às pessoas, mas também a avaliação dos processos chaves da organização, que representam um ganho na vantagem competitiva da empresa (PONGELUPPE; BATALHA, 2001).

Qualquer sistema de gestão adotado deve ter como base ferramentas gerenciais diversas para ser bem sucedido, uma vez que independente da capacitação e experiência dos executivos e coordenadores, valores numéricos representam sempre um suporte indispensável para a tomada de decisão, por isso dados mensuráveis compõem na maioria das vezes os chamados indicadores de desempenho. (CARDOZA e CARPINETTI, 2005)

Dessa forma, a gestão por indicadores tem como principal enfoque auxiliar a organização a traduzir sua estratégia em objetivos operacionais que direcionam o comportamento e a performance. Nesse contexto, pode-se utilizar a frase “somente pode ser melhorado aquilo que se mede”, (JURAN, 1998).

Wollmann (2011) chama a atenção para a importância de um sistema de medição de desempenho, para os equipamentos de produção, pois algumas decisões para alavancar resultados e faturamento estão diretamente ligadas a tal desempenho.

A frequência de monitoramento, assim como os indicadores a serem monitorados devem ser estabelecidos pela alta direção, conjuntamente com responsáveis por cada área, seja o indicador de caráter financeiro, comercial, operacional, ou outros designados. Este monitoramento será fundamental para o processo decisório da empresa. (PLANO ESTRATÉGICO FRUPOLPA, 2011)

Historicamente, os principais indicadores considerados pelas empresas de forma geral referem-se aos resultados financeiros, porém, até mesmo estes apresentam limitações, uma vez que quando se tem conhecimento dos mesmos pode ser tarde para a tomada de decisão e conseqüente manutenção da competitividade da empresa. Desta forma, alguns fatores e indicadores considerados não-financeiros tem tido cada vez mais destaque no monitoramento empresarial. (CÁNEPA e LUDWIG, 2002).

De acordo com Cánepa e Ludwig (2002, p.04), fatores como a motivação dos funcionários, a satisfação dos clientes, a capacidade de inovação, o relacionamento com fornecedores e com todos os demais elementos que estão envolvidos com a empresa

devem ser levados em consideração. Ainda segundo os mesmos autores, “uma vantagem adicional do uso de indicadores não-financeiros é o fato de que, em nível operacional, pode ser vista mais rapidamente a influência das ações implementadas”.

Piazzzi Filho e Oliva (2007) *apud* Kyrillos (2011) ressaltam que o papel da função produção como agente impulsionador da estratégia empresarial demanda que esta esteja em sintonia com um adequado sistema de medição de desempenho, capaz de fornecer ao gestor de produção informações úteis.

Alguns exemplos de indicadores aplicados em nível operacional estão relacionados à índice de retrabalho, defeitos na linha de montagem, *Lead time*, tempo de *set-up*, nível de capacidade utilizada, tempo de produção perdido por interrupções não previstas, tamanho médio dos lotes produzidos, percentual de entregas feitas na data prometida, assim como pedidos atendidos fora do prazo, que influenciam sobremaneira na competitividade (KYRILLOS, 2011).

2.4 Manutenção Industrial

Para Slack et al.(2002, p. 643) “manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas”.

No atual cenário de negócios, a gestão da manutenção tem se mostrado um fator relevante na busca da competitividade empresarial (SELLITTO, BORCHARDT e ARAÚJO, 2002). Ao longo do tempo, várias estratégias e ferramentas têm sido desenvolvidas e aplicadas, de acordo com as características e necessidades das diversas áreas, sejam elas industriais ou de outros setores.

Para Kardec & Nascif (2009), a necessidade de agilidade imposta às organizações demanda cada vez mais eficácia na tomada de decisões por parte destas, e tem levado à mutabilidades organizacionais constantes.

A manutenção, como função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Portanto, esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção (OTANI, 2008).

Para Corrêa (2008) qualquer operação dependerá sempre dos recursos físicos, como máquinas, equipamentos e instalações em geral, e por isso, falhas nestes recursos tem influência negativa sobre a operação.

As atividades relacionadas à prevenção de falhas ou ao estabelecimento de capacidades de recuperação após sua ocorrência

são englobadas pelo termo *manutenção*. A manutenção refere-se então ao conjunto de atividades organizadas na operação com o objetivo de manter os recursos físicos operacionais em bom estado de funcionamento e prontos para o uso, quando necessários (CORRÊA, 2008, p. 642)

Segundo Kardec & Nascif (2009), para se obter sucesso, é imprescindível que seja definida de forma correta a Missão da manutenção, e para que a mesma seja estratégica, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. O mesmo autor complementa:

É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada. (KARDEC, 2009, p. 11)

Kardec & Nascif (2009, p. 105) complementam afirmando que “atualmente a Missão da Manutenção é: garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.”

Slack et al. (2002, p. 644) apontam como principais benefícios da manutenção:

- a) Segurança melhorada
- b) Confiabilidade aumentada
- c) Qualidade maior
- d) Custos de operação mais baixos
- e) Tempo de vida mais longo
- f) Valor final mais alto

Paschoal et al. (2009) sugerem que a função manutenção dentro das organizações deve ser considerada um ponto crítico para o aumento da competitividade contribuindo para o sucesso diante dos seus clientes, uma vez que a garantia da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, conseguida com uma função manutenção eficaz e eficiente irá melhorar a competitividade.

Kardec & Nascif (2009) consideram que para se alcançar as metas planejadas, ou seja, para ir da “Situação Atual” para a “Visão de Futuro”, é preciso implementar em toda a organização, um plano de ação suportado pelas melhores práticas, também conhecidas como caminhos estratégicos. A questão fundamental não é apenas conhecer quais são estas melhores práticas, mas, sobretudo, ter capacidade de liderar a sua

implementação numa velocidade rápida. Algumas melhores práticas de gestão da manutenção são:

- a) Os dirigentes, nos diversos níveis, devem liderar o processo de sensibilização, treinamento, implantação e auditoria das melhores práticas de SMS – Saúde, Meio Ambiente e Segurança.
- b) A gestão deverá ser baseada em itens de controle empresariais: disponibilidade, confiabilidade, meio ambiente, custos, qualidade, segurança e outros específicos, com análise crítica periódica.
- c) Gestão integrada do orçamento (manutenção e operação) buscando sempre, o resultado do negócio através da análise criteriosa das receitas e dos custos.
- d) Análise crítica e priorização das intervenções com base na disponibilidade, confiabilidade operacional e resultado empresarial.
- e) Utilização de pessoal qualificado e certificado.
- f) Contratação, sempre que possível por resultado/parceria com indicadores de desempenho focado nas metas da organização: disponibilidade, confiabilidade, custos, segurança, prazo de atendimento e preservação ambiental.

As atividades da manutenção em uma organização estão diretamente ligadas à área de operações industriais, sendo parte fundamental do sistema para garantir um bom desempenho da produção. Consideram-se três abordagens básicas: manutenção corretiva, preventiva e preditiva (Slack et al., 2002; Pereira, 2011; Corrêa, 2008)

2.4.1 Manutenção corretiva

De acordo com a norma ABNT-NBR-5462-1994 manutenção corretiva é:

“Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.”

Esta ainda representa a forma mais comum de reparo de um equipamento em muitas indústrias brasileiras, pois praticamente não envolve planejamento, uma vez que o conserto se inicia após a ocorrência da falha.

Embora muitos autores critiquem o uso desse tipo de manutenção, Pereira (2009) pondera, afirmando que não é uma atitude totalmente descartada, não sendo um absurdo adotar a manutenção corretiva nos seguintes casos:

1. Em ativos de baixo custo operacional
2. Em ativos que possuem *backup* (mais de um equipamento que executa a mesma operação)

3. Em ativos que possuem operação mais rápida que as posteriores
4. Em ativos não considerados gargalos
5. Em ativos de fácil manutenção
6. Em ativos cujos técnicos de manutenção são bem treinados para pronto reparo, após evidência de qualquer falha ou pane.

Kardec & Nascif (2009), afirmam que “manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado”, dividindo-a em duas classes:

1. Manutenção corretiva não planejada: correção da falha de maneira aleatória, também conhecida como não programada ou emergencial.
2. Manutenção corretiva planejada: correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial.

2.4.2 Manutenção preventiva

De acordo com a norma ABNT-NBR-5462-1994 manutenção preventiva é:

“Manutenção realizada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item”.

Ao contrário do que ocorre na manutenção corretiva, a manutenção preventiva tem caráter estritamente preventivo, atuando antes que ocorram falhas nos equipamentos.

Kardec & Nascif (2009) afirmam que “manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”, e consideram os seguintes fatores a serem levados em consideração para a adoção de uma política de manutenção preventiva:

1. Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou das instalações que tornam mandatória a intervenção.
2. Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional.
3. Riscos de agressão ao meio ambiente.
4. Em sistemas complexos e/ou de operação contínua, como por exemplo a indústria processadora de frutas.

Segundo Pereira (2011), A origem da manutenção preventiva aconteceu por volta de 1930 na indústria aeronáutica, visando conseguir mais confiabilidade e disponibilidade. O autor sugere cinco etapas na implementação de uma política de manutenção preventiva:

1. Classificação dos ativos
2. Criação dos planos e instruções para a execução
3. Cadastros e demais registros em *software* de manutenção
4. Definição dos itens de controle para monitorar o desempenho
5. Decisão: criação do Planejamento e Controle da Manutenção – PCM

Segundo Slack et al. (2002) o equilíbrio entre manutenção preventiva e manutenção corretiva deve ser estabelecido para minimizar o custo total das paradas. Desta forma, os gestores de operações e manutenção devem estabelecer os níveis ótimos de acordo com o grau de criticidade da planta.

2.4.3 Manutenção preditiva

De acordo com a norma ABNT-NBR-5462-1994 manutenção preditiva é:

“Manutenção que permite garantir a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.”

Pereira (2011) cita duas técnicas de manutenção preditiva:

1. Termografia: medição da distribuição de temperatura superficial do objeto ensaiado, quando este estiver sujeito a tensões térmicas.
2. Análise de vibração: técnica usada para detectar, por exemplo, desbalanceamento de eixos e rolamentos danificados.

Kardec & Nascif (2009) definem como uma “atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Os autores complementam, afirmando que, assim como a manutenção preventiva, a preditiva também tem como objetivo prevenir falhas nos equipamentos, porém utiliza-se de acompanhamentos de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua dos equipamentos pelo maior tempo possível. Por isso, o termo associado à manutenção preditiva é o de prever as condições dos equipamentos.

Slack et al. (2002) acrescentam que a manutenção preditiva visa realizar manutenções somente quando as instalações precisarem dela, por exemplo em processos

contínuos, em que o monitoramento no comportamento de equipamentos é fundamental para a definição de interrupções no processo, e parar a máquina sem que haja uma real necessidade ocorreria em aumento de custos operacionais.

2.4.4 Manutenção: outras abordagens

Além das abordagens tradicionais, Kardec & Nascif (2009) complementam, considerando além das três citadas, outras três, perfazendo no total:

- ✓ Manutenção Corretiva não Planejada
- ✓ Manutenção Corretiva Planejada
- ✓ Manutenção Preventiva
- ✓ Manutenção Preditiva
- ✓ Manutenção Detectiva
- ✓ Engenharia de Manutenção

Visando facilitar a compreensão das características de cada uma, os autores elaboraram o esquema ilustrado na figura 11:

Figura 11: Tipos de manutenção.



Fonte: Kardec & Nascif (2009, p. 38)

A ilustração da figura 11 evidencia a preocupação dos autores em deixar claro as principais características de cada abordagem, visando facilitar o entendimento por parte dos gestores e assim possibilitar a utilização daquelas que melhor se adequem a cada

situação específica. Fatores como área de atuação, tipos de equipamentos, criticidades, riscos, custos e outros serão determinantes para a escolha do tipo de manutenção a ser empregado.

Observa-se que em termos de conteúdo, as abordagens citadas podem ser entendidas como derivações ou ramificações das três anteriores, tendo como principal intuito auxiliar os gestores em suas políticas e ferramentas utilizadas, possibilitando formas mais detalhadas de observações e assim servir como suporte para a tomada de decisão.

2.4.5 TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

Assim como outros programas e ferramentas utilizadas para gestão da qualidade, produtividade, operações e competitividade, a manutenção produtiva total (conhecida como TPM – *Total Productive Maintenance*) da forma como é reconhecida atualmente, teve suas origens no Japão, no período “pós guerra”.

Fogliatto & Ribeiro (2009) destacam que a TPM representa uma evolução natural da manutenção corretiva para a manutenção preventiva, e além dos conceitos tradicionais da manutenção incorpora esforços para evitar defeitos de qualidade provocados pelo desgaste e mau funcionamento dos equipamentos.

Conforme destaca Maia (2002 – p. 25) a sigla TPM para muitos autores e empresas especialmente nos Estados Unidos, é interpretada como *Total Productive Management* (Gerenciamento da Produtividade Total). Esta mudança tem como objetivo deixar clara a abrangência da metodologia na empresa e não apenas na área de manutenção, e tem como embasamento a evolução do conceito de manutenção descrita da seguinte forma:

- a) Conceito primitivo: manter é consertar o que quebrou.
- b) Conceito tradicional: manter é conservar o estado dos equipamentos como na condição de novo.
- c) Conceito evoluído: manter é conservar o nível máximo do volume de produção.
Conquistado pela maior integração entre as áreas de operações e manutenção.

O termo “produtiva” – ao invés de preventiva - é explicado por Fogliatto & Ribeiro (2009) devido à abrangência da metodologia TPM, envolvendo equipes e funcionários das áreas de manutenção, operação, projetos, engenharia e outras, dando assim o caráter multidisciplinar à ferramenta.

A filosofia TPM tem caráter estritamente preventivo, visando redução de perdas e desperdícios, aumento de confiabilidade dos ativos, e por isso propõe a multidisciplinaridade, envolvendo todos os funcionários da equipe (RIBEIRO, 2003).

Corrêa (2008) faz uma analogia ao conceito de autocontrole da qualidade, onde as responsabilidades sobre algumas tarefas básicas do cotidiano são atribuídas às pessoas que operam as máquinas, promovendo assim um envolvimento e comprometimento maior de toda a equipe. Desta forma, ações como limpeza, troca de filtros, verificação de níveis, lubrificação, pequenos reparos (que, em tese estão mais ligados à conservação dos equipamentos) passam a ser responsabilidade do operador, que por isso deve ser devidamente treinado e capacitado.

Segundo Pereira (2011), as raízes da TPM tem início na década de 1950, embasadas nos conceitos de manutenção preventiva e confiabilidade, porém a metodologia TPM surgiu em meados dos anos 1970, fundamentada no respeito individual e total participação dos funcionários.

Slack et al. (2002, p. 647) definem TPM como: “a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”.

Segundo Slack et al. (2002) as “cinco metas da TMP” são:

- a) Melhorar a eficácia dos equipamentos
- b) Realizar manutenção autônoma
- c) Planejar a manutenção
- d) Treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção
- e) Conseguir gerir os equipamentos logo no início

As cinco metas definidas por Slack et al. (2002) evidenciam o caráter preventivo da TPM, assim como o foco em comprometimento das pessoas, sendo portanto fundamental um programa de treinamento específico e abrangente que garanta o sucesso na implementação da ferramenta, por isso, apresentam na Quadro 5 as responsabilidades dos principais atores.

Quadro 5- Os papéis e responsabilidades do pessoal de operação e de manutenção na TPM

| | Pessoal de manutenção | Pessoal de operação |
|-------------------------|---|--|
| Papéis | Para desenvolver: - ações preventivas - manutenção corretiva | Para assumir: - domínio das instalações - cuidado com as instalações |
| Responsabilidade | Treinar os operadores Planejar a política da manutenção Solução de problemas Avaliar a prática operacional | Operação correta Manutenção preventiva de rotina Manutenção preditiva de rotina Detecção de problemas |

Fonte: Slack et al. (2002, p. 649)

Kardec & Nascif (2009) apontam a TPM como uma das três práticas básicas na manutenção – as outras são “5S” e Polivalência – e define TPM como uma ampliação do conceito de manutenção, enfatizando a participação das pessoas de operação no sistema. Segundo o autor, a evolução do processo que originou a TPM apresenta as seguintes fases:

- a) Manutenção preventiva – 1950
- b) Manutenção com introdução de melhorias – 1957
- c) Prevenção de manutenção – 1960
- d) TPM – 1970

Segundo os autores Kardec e Nascif (2009, p. 195):

A TPM objetiva a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação.

A metodologia TPM, a partir de seu enfoque em redução de perdas e desperdícios, considera que existem seis grandes perdas a serem combatidas, conforme ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6 - As seis grandes perdas.

| As 6 grandes perdas | Causa da perda | Influência |
|--|-----------------------|---------------------------|
| 1. Quebras 2. Mudança de linha | PARALISAÇÃO | Tempo de operação |
| 3. Operação em vazio e Pequenas paradas 4. Velocidade reduzida em relação à nominal | QUEDA DE VELOCIDADE | Tempo efetivo de operação |
| 5. Defeitos de produção 6. Queda de rendimento | DEFEITOS | Tempo efetivo de produção |

Fonte: Kardec & Nascif (2009, p. 196)

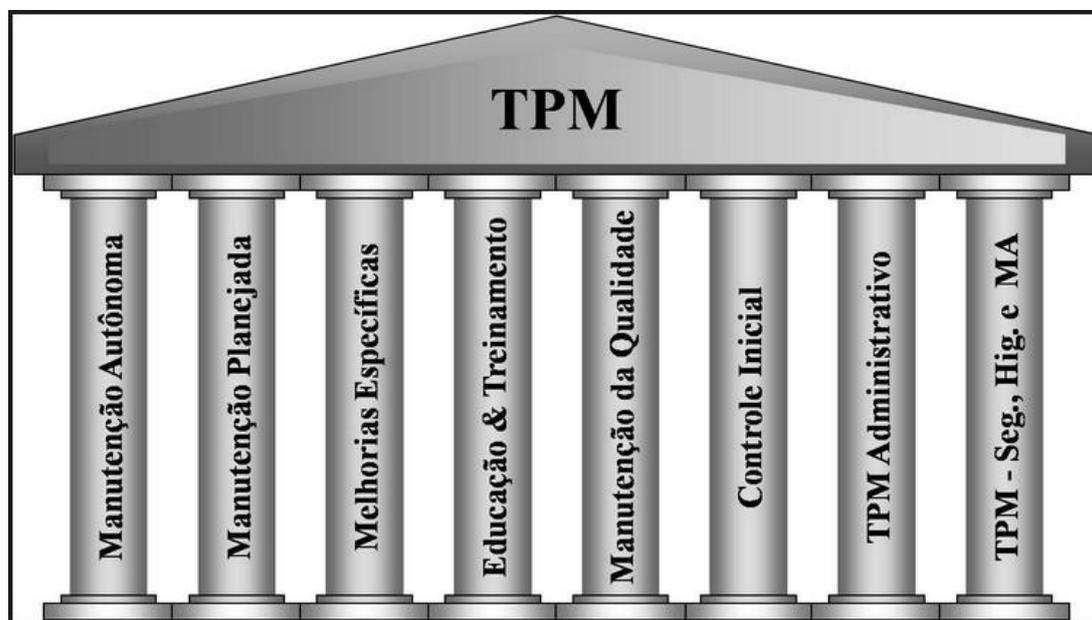
A partir da análise do Quadro 6 é possível identificar que as chamadas seis grandes perdas podem ter origens diversas, e estarem relacionadas a fatores de ordem ambiental, estrutural, administrativa (planejamento de produção), fornecedores, pessoais (habilidade e capacitação do operador) entre outras, e não apenas diretamente à área de manutenção. Esta visão corrobora a afirmação de que a metodologia TPM é fundamentada no envolvimento de todos os setores de uma organização, com comprometimento de todos os funcionários nos diversos níveis hierárquicos.

Pereira (2011) cita as seis grandes perdas e complementa:

A partir destas análises, a implantação d metodologia TPM visa identificar e combater estas seis grandes perdas e não somente a primeira delas que, na grande maioria das vezes, é a única identificada e direcionada ao departamento de manutenção. Portanto, sem a TPM, o foco recai somente na redução das quebras, enquanto as demais permanecem sem nenhuma atenção e reduzindo drasticamente o rendimento dos setores de produção (PEREIRA, 2011, p. 59).

Dessa forma, o embasamento para a implementação da metodologia TPM está na chamada “casa da TPM” – Figura 12, onde podemos identificar os oito pilares de sustentação do programa.

Figura 12: Os oito pilares da TPM



Fonte: Pereira (2001, p. 31)

A partir da estrutura apresentada na Figura 12 fica evidente o aspecto interdisciplinar da metodologia TPM, apresentada em seus diversos pilares:

- a) Manutenção autônoma

- b) Manutenção planejada
- c) Melhorias específicas
- d) Educação e treinamento
- e) Manutenção da qualidade
- f) Controle inicial
- g) TPM administrativo
- h) TPM segurança, higiene e meio ambiente.

Segundo Maia (2002), a partir dos pilares, a organização deve se organizar em sub-comitês, os quais darão ênfases específicas para cada área dentro do programa de implementação e gestão da metodologia TPM. Estes sub-comitês, por sua vez estariam ligados ao comitê de gestão geral do programa.

Nakajima (1988) *apud* Fogliatto & Ribeiro (2009) considera que para o desenvolvimento da TPM são necessários alguns requisitos mínimos, organizados em cinco atividades:

- a) Capacitação dos recursos humanos
- b) Implementação de melhorias nos equipamentos
- c) Estruturação da manutenção autônoma
- d) Estruturação da manutenção planejada
- e) Estruturação para o controle de novos equipamentos

Com base na revisão da literatura, de acordo com pontos de vista de variados autores, pode-se concluir que a metodologia TPM está intimamente ligada aos aspectos da gestão da qualidade, compartilhando questões e fatores como conscientização dos funcionários, treinamentos, aspectos comportamentais, meio ambiente, controle, suporte da alta administração e outros de caráter gerencial. A participação efetiva de todos os funcionários exige um sistema de gestão que valorize acima de tudo o trabalho em equipe.

Assim, para que uma organização obtenha êxito em seu processo de implantação da metodologia TPM, considera-se um roteiro básico contendo dez etapas (FOGLIATTO & RIBEIRO, 2009; Kardec & Nascif, 2009; PEREIRA, 2001):

- a) Campanha de lançamento da TPM
- b) Organização para implantação da TPM
- c) Diretrizes e metas do programa
- d) Uso de *software* de gestão da manutenção

- e) Capacitação dos colaboradores
- f) Início das atividades e melhoria dos equipamentos
- g) Controle das intervenções e estoques de reposição
- h) Manutenção autônoma
- i) Manutenção planejada
- j) Consolidação do programa

2.3.5.1 OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (Eficácia Global do Equipamento)

A eficácia global dos equipamentos é utilizada na metodologia TPM – *Total Productive Maintenance*, na qual é proposto um indicador conhecido na literatura internacional como OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (SANTOS, 2007).

Zattar (2010) destaca que a OEE é mensurada a partir da estratificação das chamadas seis grandes perdas em equipamentos, que são ocasionadas por:

- a) Avarias;
- b) Mudanças, ajustes e outras paradas
- c) Pequenas paradas
- d) Redução de velocidade
- e) Defeitos
- f) Perdas de arranque

Castro & Araújo (2010) definem o OEE como uma das mais importantes ferramentas utilizadas na filosofia TPM (*Total productive maintenance* – Manutenção Produtiva Total), sendo este indicador resultado de três parâmetros, definidos por Bariani & Del'Arco Júnior (2006) como:

- **Disponibilidade:** É a quantidade de tempo em que um equipamento esteve disponível para trabalhar comparado com a quantidade de tempo em que foi programado para trabalhar.
- **Desempenho** (ou *Performance*): É o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para produzir uma peça.
- **Qualidade:** É o número total de peças boas produzidas comparado com o número total de peças produzidas.

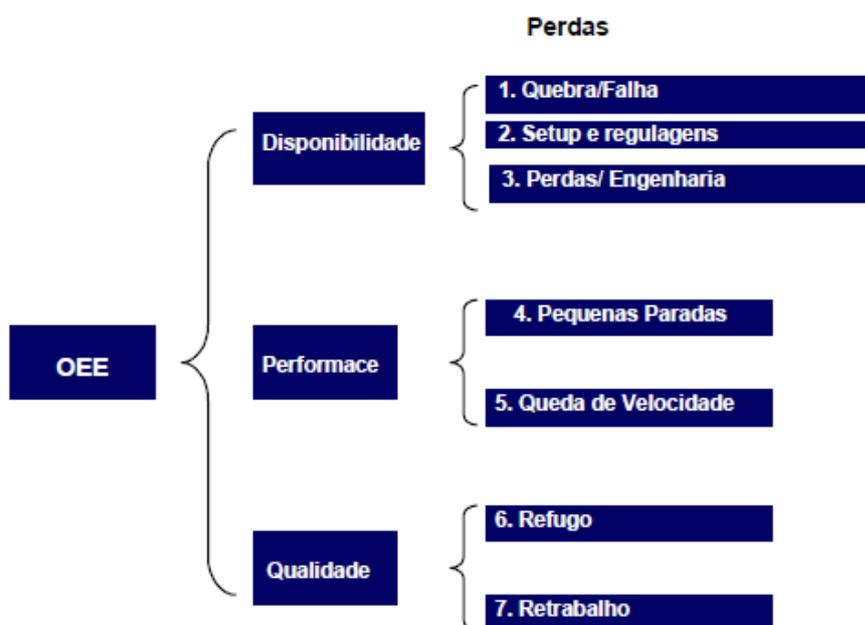
O valor do OEE é expresso em percentual, e seu cálculo deve ser realizado através da seguinte expressão:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

Sendo que a taxa de disponibilidade é dada pela relação entre o tempo real de produção e o tempo disponível para produção; a taxa de *performance* é a relação entre a velocidade de produção do equipamento e a velocidade nominal do fabricante e a taxa de qualidade é a proporção de defeitos em relação ao volume total produzido.

A Figura 13 apresenta o indicador OEE, seus três índices e as perdas relacionadas a cada um deles.

Figura 13: Elementos da eficácia global de uma máquina.



Fonte: Santos (2007, p. 05)

Segundo Bariani & Del'Arco Júnior (2006) *apud* Castro& Araújo (2010, p. 08):

O OEE mede a habilidade do equipamento em produzir consistentemente peças que atendam aos padrões da qualidade dentro de um tempo de ciclo designado e sem interrupções, a disponibilidade, a performance e a taxa de qualidade de uma máquina. Fornece um método para análise das perdas e medição dos resultados das ações tomadas.

Santos (2007) ressalta a importância de se aperfeiçoar os equipamentos e atuar nas maiores perdas (obtidas através do OEE) o que conduz a um aumento de produção, eliminando muitas vezes a necessidade de novos investimentos por parte da empresa.

2.4.6 Confiabilidade

O conceito de confiabilidade foi introduzido na manutenção nos anos 1950 nos Estados Unidos, através de um trabalho sobre falhas em equipamentos eletrônicos de uso das forças armadas (SELLITTO, 2005; KARDEC & NASCIF, 2009).

De acordo com a norma brasileira NBR-5462/1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade), confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função específica, sob condições e intervalo de tempo pré-determinado (SELLITTO, 2005; SILVA, 2004).

Sellitto et al. (2002) complementam, afirmando que confiabilidade é uma função probabilidade que pode variar ao longo do tempo de operação de um determinado equipamento ou linha de processo.

Slack et al. (2002) afirmam que a confiabilidade mede habilidade de um sistema, produto ou serviço desempenhar-se como esperado durante certo intervalo de tempo.

Para Kardec & Nascif (2009, p. 106), “a confiabilidade é a *probabilidade* de um item desempenhar uma *função requerida* sob *condições definidas* de uso durante um *intervalo de tempo* estabelecido”, sendo:

- a) Probabilidade: é um conceito da estatística e pode ser definida como relação entre número de casos favoráveis e o número de casos possíveis, para um intervalo de tempo t , ou seja:

$$\text{Número de casos favoráveis/número de casos possíveis} \leq 1$$

- b) Função requerida: É o limite de admissibilidade abaixo do qual a função não é mais satisfatória. É o mesmo que cumprir a missão, realizar o serviço esperado.
- c) Condições definidas de uso: São as condições operacionais às quais o equipamento está submetido. O mesmo equipamento submetido a duas situações diferentes apresentará confiabilidade diferente. Por condições definidas de uso deve ser entendido também como o equipamento é operado. A má operação danifica os equipamentos, fazendo baixar sua confiabilidade.
- d) Intervalo de tempo: O período de tempo definido e medido é fundamental, desde que a confiabilidade varia com o tempo.

Nenhuma operação produtiva é indiferente a falhas, porém em alguns casos, a confiabilidade exigida nos sistemas é muito maior, pois as consequências de falhas seriam desastrosas. Em outros sistemas menos críticos, a confiabilidade pode significar uma expressiva vantagem competitiva para as organizações, por isso, os gerentes de operações devem estar sempre empenhados em buscar melhorias na confiabilidade, através de políticas de prevenção e que auxiliem na recuperação quando falhas ocorrerem (SLACK et al., 2002)

Slack et al. (2002) sugerem as seguintes questões para auxiliar os gestores:

- a) Por que as operações falham?
- b) Como a falha é medida?
- c) Como a falha e a falha potencial podem ser detectadas e analisadas?
- d) Como as operações podem aprimorar sua confiabilidade?
- e) Como as operações deveriam recuperar as falhas, quando elas ocorrem?

Corrêa (2008), Slack et al. (2002), Kardec & Nascif (2009) afirmam que de maneira geral as falhas são determinadas por uma grande quantidade de fatores, ligados às condições ambientais, deterioração de diversos mecanismos, projeto, instalações, operação, etc., por isso os programas e ferramentas de detecção, análise, investigação e prevenção de falhas devem ser extensos e abrangentes, de acordo com o grau de criticidade de cada caso específico.

Pereira (2001) sugere métodos para análise de falhas:

- a) Gráfico de Pareto: A comparação de gráficos de Pareto, construídos a partir de dados coletados antes e após a adoção de soluções para determinados problemas, pode ser utilizada para avaliar se as ações executadas foram efetivas. O princípio de Pareto tem como base demonstrar que a “maior parte de um resultado é devida a uma parcela mínima de fatores, dentre muitos que o influenciam”.
- b) Diagrama de causa e efeito: É desenhado para exemplificar visualmente as várias causas que afetam um processo por classificação e relação de causas. Para cada efeito existem diversas categorias de causas, agrupadas sob 6 básicas, conhecidas como “6M”: método, mão-de-obra, material, máquina, medição e meio ambiente. Geralmente, o diagrama é elaborado a partir do levantamento de possíveis causas obtidas em reuniões de *brainstorming*.

- c) Método dos cinco “porquês”: É aplicado quando são definidas previamente as causas potenciais do problema a ser analisado. As respostas aos cinco “porquês” serviriam como base e fundamentação para a equipe investigar a fundo as causas e elaborar o plano de ação para solução do problema.

Importante ressaltar que os métodos de análise de falhas citados por Pereira (2011) fazem parte das chamadas “sete ferramentas da qualidade”, que serão abordadas mais adiante, no item 2.4.1 deste trabalho.

Complementando os métodos básicos, Pereira (2011) destaca a importância dos métodos estatísticos, úteis para análises mais aprofundadas de eventos ocorridos na operação, uma vez que os problemas relacionados a equipamentos envolvem variáveis. São eles:

- a) Taxa de falhas
- b) Distribuição hiperexponencial
- c) Distribuição exponencial negativa
- d) Distribuição de Poisson
- e) Distribuição normal
- f) Distribuição de *Weibull*

Em complemento às ferramentas e metodologias diversas, é importante destacar que o processo de preparação dos funcionários para trabalhar focados em confiabilidade, inicia-se com a introdução de uma política estruturada de capacitação e desenvolvimento, onde são identificadas as habilidades necessárias para execução das atividades e a homogeneização do conhecimento técnico da equipe (OLIVEIRA & LIMA, 2002).

Desta forma, é necessário todo um envolvimento das equipes, contando obrigatoriamente com o comprometimento e apoio da alta direção da organização, para a implementação de metodologias das mais variadas, considerando cada situação, com o objetivo de melhorar a gestão da manutenção e operações.

2.4.7 Disponibilidade

Segundo a norma NBR 5462/1994

Disponibilidade, do inglês *Availability*, é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam

assegurados. O termo “disponibilidade” é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade.

Corrêa (2008) ressalta que um dos objetivos do gestor da função manutenção é maximizar a disponibilidade dos recursos, enfatizando a prioridade para os chamados *recursos gargalos* de uma linha de produção, pois em um recurso desta categoria – gargalo – qualquer diminuição na disponibilidade resultará em diminuição da produção, com consequências sobre o desempenho da operação.

De acordo com a filosofia *lean manufacturing*, em que se combate todas as formas de desperdícios, é importante ressaltar que a perda de tempo também deve ser considerada, e em muitas ocasiões ela ocorre em função de equipamentos indisponíveis devido a falhas, o que acarreta em atrasos e aumento de custos.

Para Kardec & Nascif (2009), disponibilidade é o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir.

Segundo Otani & Machado (2008) a área de manutenção, como função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for à gestão da manutenção.

Devido ao alto grau de envolvimento da manutenção com outras áreas (operação, segurança, qualidade, meio ambiente), e os impactos que as ações da manutenção podem provocar, diversas empresas passaram a adotar práticas que se configuram nas principais tendências na área de manutenção. Estas empresas tentam encontrar o ponto ótimo – de equilíbrio – entre custo, disponibilidade e confiabilidade das instalações (FERNANDES, 2003).

Silva (2008) chama a atenção para o fato de que a atividade de manutenção tem passado por muitas mudanças em função do aumento do número e diversidade dos itens físicos que devem ser mantidos (instalações, equipamentos e edificações), projetos complexos, novas técnicas e novos enfoques sobre a sua organização e suas responsabilidades:

Com tantas mudanças, é necessária uma nova postura para o homem de manutenção, exigindo novas atitudes e habilidades das pessoas, desde gerentes, engenheiros, supervisores e executantes, no que diz respeito à conscientização de: quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, da relação entre manutenção e qualidade do produto, da maior pressão para se conseguir alta disponibilidade da instalação, garantindo a Qualidade na Manutenção, ao mesmo tempo em que se busca a redução de custos (SILVA, 2008, p. 34)

2.5 Administração da Qualidade

A função Qualidade em uma organização pode ser vista sob vários ângulos, porém devem ir muito além de uma simples inspeção, envolvendo todos os setores da empresa, com o objetivo de melhorar produtos, processos e mantê-los em níveis que garantam a competitividade almejada pela empresa.

Slack et al. (2002) afirmam que o bom desempenho da qualidade em uma organização é importante tanto para os clientes externos como para os chamados clientes internos. Ou seja, as pessoas envolvidas com a operação e os processos da empresa devem sentir-se bem com os resultados alcançados. Qualidade reduz custos e aumenta a confiabilidade.

Ao longo do tempo, o conceito de qualidade e sua abrangência passaram por uma evolução muito grande, influenciadas por acontecimentos que marcaram diversas épocas, transformando a forma com que os autores esboçaram suas definições.

Maximiano (2011) apresenta de forma sucinta a evolução da escola da qualidade sob a ótica de vários autores desde 1920, enfatizando que em meados do século XX ideias como combate a desperdícios e estratégia juntaram-se aos conceitos considerados tradicionais, fazendo com que esta questão assumisse uma visibilidade sistêmica. Esta visão é apresentada no Quadro 7

Quadro 7 - Evolução da escola da Qualidade

| 1920 | 1940 | 1950 | 1960 | 1980 | SÉCULO XXI |
|--|---|---|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Linha de montagem, controle estatístico da qualidade | Segunda Guerra Mundial, controle estatístico da qualidade | Controle da qualidade chega ao Japão por meio de Deming | Qualidade total de Feigenbaum e Ishikawa | Normas ISO, Garantia da qualidade | Qualidade como estratégia de negócios |

Fonte: Maximiano (2011, p.55)

Observa-se no Quadro 7 que nos anos 1920 – a partir da implementação dos conceitos de produção em massa – o enfoque da qualidade era inspecionar amostras em busca de uniformidade ou ausência de variação, e este processo evoluiu ao longo do

tempo de acordo com as exigências do mercado e a visão dos principais estudiosos e pensadores do assunto.

Complementando esta evolução, Maximiano (2011) elaborou uma síntese com as perspectivas dos principais autores, conforme ilustrado no Quadro 8.

Quadro 8-Principais intérpretes da escola da qualidade

| AUTORES | PRINCIPAIS IDÉIAS E CONTRIBUIÇÕES |
|-------------------------|--|
| SHEWHART, DODGE E ROMIG | - Cartas de controle - Controle estatístico da qualidade e controle estatístico do processo - Técnicas de amostragem - Ciclo PDCA |
| FEIGENBAUM | - Departamento - Sistema da qualidade - Qualidade Total |
| DEMING | - 14 pontos - Ênfase no fazer certo da primeira vez - Qualidade desde os fornecedores até o cliente final |
| JURAN | - Trilogia da qualidade (planejamento, controle, aprimoramento) |
| ISHIKAWA | - Qualidade Total - Círculos da Qualidade |

Fonte: Maximiano (2011, p. 185)

Campos (1999) aborda a qualidade em todos os aspectos de uma organização, considerando que é uma questão de vida ou morte para uma empresa. O autor ressalta que qualidade está sempre envolvida com uma mudança cultural, que deve ser entendida por todos na equipe, desde as pessoas que executam as funções básicas até os líderes e dirigentes, por isso exige dedicação, tempo e sistemas de monitoramento e informação de resultados eficiente.

O Controle da Qualidade Total – TQC – tem origem no Japão pós-guerra e é baseado em elementos de várias fontes, abrangendo as idéias de autores como Taylor, Shewhart, Maslow e Juran. É considerado um modelo administrativo e foi montado pelo Grupo de Pesquisa do Controle da Qualidade da JUSE - *Union of Japanese Scientists and Engineers* (CAMPOS, 1999).

O mesmo autor afirma:

Numa era de economia global não é mais possível garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje são necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa; estes métodos devem ser aprendidos e praticados por todos. Este é o princípio da abordagem gerencial do TQC. (CAMPOS, 1999, p. 15)

2.5.1 Ferramentas da Qualidade

Corrêa (2008, p. 212) inicia a abordagem das ferramentas da qualidade citando Kaoru Ishikawa: “Noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas”.

Devido à grande abrangência da função qualidade, sob seus diversos aspectos, aliada ao grau de importância que representa na administração das operações e processos, torna-se indispensável para a tomada de decisão de forma eficiente, que as informações geradas pelo processo sejam corretamente compreendidas e interpretadas, com base em fatos e dados.

Existem, para tanto, as chamadas ferramentas da qualidade, desenvolvidas por estudiosos da área, que têm como principal função auxiliar os gestores no tratamento dos dados gerados pelo processo.

São técnicas que se podem utilizar com a finalidade de definir, mensurar, Analisar, e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e interferem no bom desempenho dos processos de trabalho.

Segundo Paladini (2004) *apud* Vasconcelos et al. (2009, p. 04) as ferramentas "são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total".

As ferramentas da qualidade foram estruturadas, principalmente, a partir da década de 50, com base em conceitos e práticas existentes. Desde então, o uso das ferramentas tem sido de grande valia para os sistemas de gestão, sendo um conjunto de ferramentas estatísticas de uso consagrado para melhoria de produtos, serviços e processos.

São consideradas como as sete ferramentas tradicionais da qualidade:

- 1- Diagrama de Pareto
- 2- Ishikawa (Espinha-de-Peixe) Diagrama de Causa e Efeito
- 3- Lista de Verificação
- 4- Fluxograma
- 5- Histograma
- 6- Diagrama de Dispersão
- 7- Cartas de Controle

Com o passar do tempo, outras ferramentas também foram consideradas, como 5W1H, Matriz GUT, método dos cinco “porquês” e *Brainstorming*.

Importante ressaltar que a seleção das ferramentas a serem utilizadas depende fundamentalmente do tipo e características do processo, além dos objetivos a serem atingidos com a utilização das mesmas. Uma combinação e complementação das ferramentas garante um efeito sinérgico nas avaliações, uma vez que em muitos casos é necessário que se utilize mais do que uma ferramenta.

Para a realização desta pesquisa, as ferramentas utilizadas foram: Lista de verificação, Diagrama de Pareto, Histograma e Diagrama de dispersão que serão descritos a seguir.

- Lista de verificação: é uma ferramenta que tem o objetivo de gerar um quadro com dados claros, que facilitem a análise e o tratamento posterior. A coleta de dados não segue nenhum padrão pré-estabelecido e pode ser adequada de acordo com as particularidades do processo fabril da empresa. O importante é que cada empresa desenvolva o seu formulário de registro de dados que permita que, além dos dados, também sejam registrados os responsáveis pelas medições e registros, quando e como estas medições ocorreram (MARTINS JR, 2002). Na maioria dos casos, a lista de verificação é a primeira ferramenta de qualidade a ser utilizada. Serve para facilitar a coleta de dados que serão usados posteriormente em outras ferramentas, otimizando o processo de análise dos dados obtidos. A Figura 14 mostra um exemplo de Lista de Verificação.

Figura 14: Exemplo de Lista de verificação.

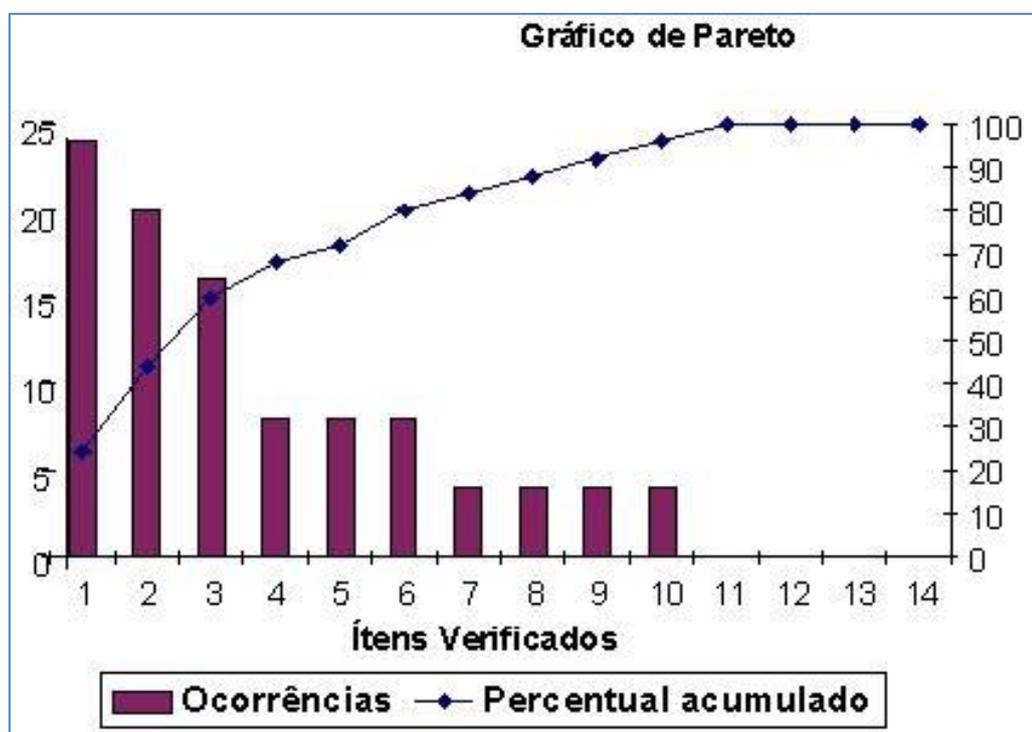
| | | Turno 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|-------|-------|-----------|---------|-------|-------|-----------|---------|-------|-------|-----------|---------|-------|-------|
| | | Máquina 1 | | | | Máquina 2 | | | | Máquina 3 | | | | Máquina 4 | | | |
| | | Critico | Maiores | Leves | Total |
| Linha 1 | Segunda | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Terça | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quarta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quinta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sexta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sábado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Linha 2 | Segunda | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Terça | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quarta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quinta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sexta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sábado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Linha 3 | Segunda | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Terça | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quarta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Quinta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sexta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sábado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborada pelo autor.

- Diagrama de Pareto (ou gráfico de Pareto): é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização

dos problemas. Mostra ainda a curva de percentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos (MARTINS JR, 2002). Segundo Werkema (1995), é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente quais são as prioridades, apresentando a informação de maneira que permite a concentração dos esforços para a melhoria nas áreas onde se pode obter maiores ganhos. A Figura 15 mostra um exemplo do gráfico de Pareto.

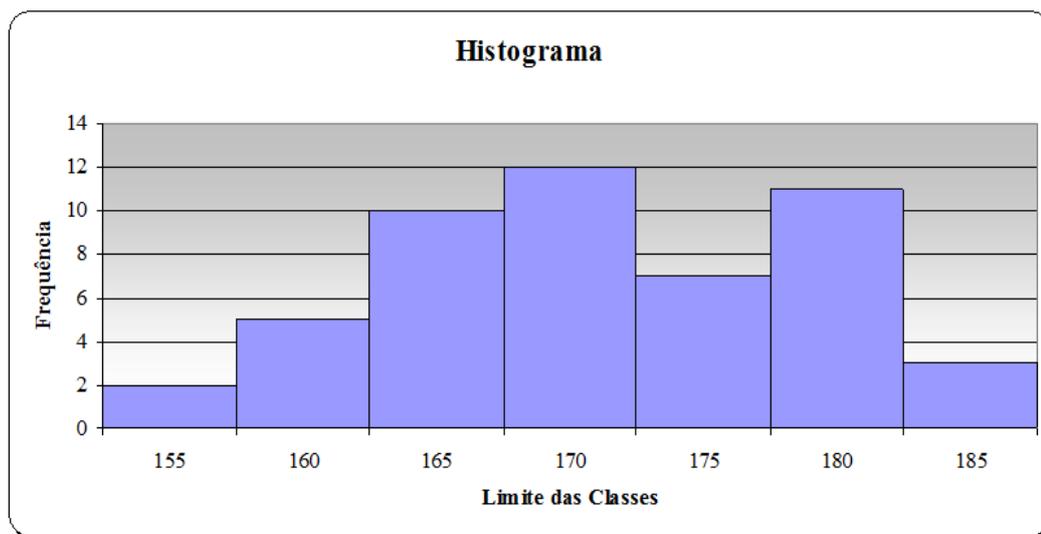
Figura 15: Exemplo de gráfico de Pareto.



Fonte: Elaborada pelo autor

- O histograma é uma ferramenta que mostra uma série de dados graficamente, geralmente utilizada quando se está analisando um grande conjunto de dados, pois permite resumir as suas informações. É uma ferramenta muito importante para a realização de análises estatísticas. A Figura 16 mostra um exemplo de histograma.

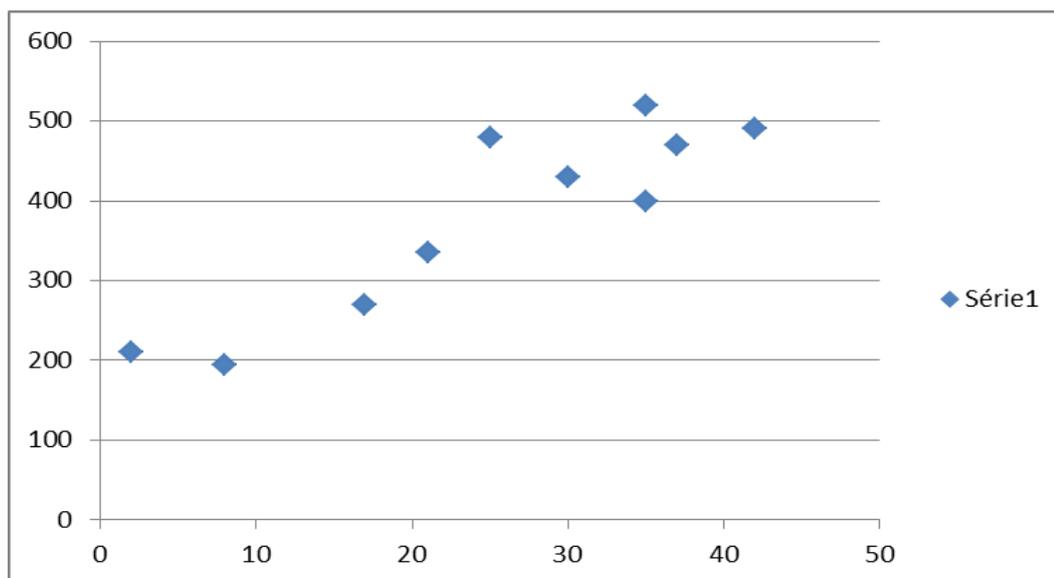
Figura 16: Exemplo de histograma.



Fonte: Elaborada pelo autor

- O Diagrama de dispersão é utilizado para analisar o relacionamento presente entre duas variáveis. Também conhecido como correlação, amplamente utilizado no estudo de estatística. Pode ser utilizado no estudo de duas causas de um processo, uma causa e um efeito, ou ainda dois efeitos. Para sua construção é necessária a coleta de dados, o registro dos mesmos, a realização de cálculos e plotagem dos dados em um gráfico. A Figura 17 mostra um exemplo do diagrama de dispersão.

Figura 17: Exemplo de diagrama de dispersão.



Fonte: Elaborada pelo autor

2.6 Síntese do referencial teórico

A revisão bibliográfica efetuada ofereceu uma extensa gama de opções, desde propostas de sistemas e filosofias de gestão, historicamente empregadas nos mais diversos segmentos – caso de estruturas essencialmente fordistas ou pós-fordistas – passando por definições de competitividade, práticas relacionadas à produção enxuta, ferramentas e programas de qualidade, manutenção, recursos humanos entre outros.

Com base nas teorias propostas e sugeridas por autores como Kumar (2006), Arienti (2002), Barros (2001) e Guerrini (1998), o fenômeno da internacionalização de empresas em busca de competitividade sustentaria a estratégia do grupo multinacional ao adquirir a Frupolpa – primeira planta industrial do grupo no Brasil.

Em determinados segmentos - como é o caso da indústria processadora de frutas, estratégias fordistas, tais como produção em massa, fluxo contínuo e alta padronização continuam existindo, pois são inerentes à área. Porém, atualmente, podem ser incorporados equipamentos automatizados, gerenciados por sistemas de informação modernos e utilizadas ferramentas de gestão da qualidade e recursos humanos característicos do Toyotismo.

O aspecto competitividade, sob a visão de autores como Porter, Chiavenato, Slack, Mintzberg, entre outros, sugere que na busca pelo mercado, independente de transformações ocorridas ao longo da história, fatores relacionados a custos e qualidade – de uma maneira ampla, em toda a cadeia produtiva – encontram-se na base das estratégias adotadas, constituindo questões fundamentais para empresas dos mais variados segmentos. Portanto, na busca pela competitividade, fatores diversos em praticamente todas as áreas de uma empresa (operações, recursos humanos, qualidade, marketing, administração, etc.) são apresentados como pontos cruciais a serem monitorados e gerenciados, através de ferramentas específicas sugeridas pelos referidos autores, estabelecendo o caminho traçado para se conseguir a competitividade almejada.

Nesta linha, as práticas relacionadas à produção enxuta, considerando seus aspectos multifuncionais (aplicabilidade em qualidade, manutenção, recursos humanos, produção) e seu foco em eliminação de desperdícios, apresentam-se como ferramentas para auxiliar na gestão de operações industriais. Fatores relacionados à área de manutenção industrial em suas várias abordagens – preventiva, corretiva e preditiva –

além de ferramentas específicas como TPM e OEE demonstram-se fundamentais para que a empresa atinja um nível de excelência em suas operações.

Em termos de gestão da qualidade, entre as várias ferramentas conhecidas, destacam-se as de caráter preventivo, visando à obtenção de produtos que atendam às especificações. Além disso, estende-se também a colaboração dessas ferramentas para a redução de desperdícios, uma vez que reduzem os índices de retrabalho e, conseqüentemente, impactam os custos operacionais.

De forma resumida, o Quadro 4 - apresentado na seção 2.2.1- Elaborado pelo autor - adaptado de Godinho Filho & Fernandes (2004) - relaciona os principais fatores apresentados na revisão bibliográfica que estão diretamente aplicados na Frupolpa.

3 Características básicas das plantas de processamento de frutas tropicais

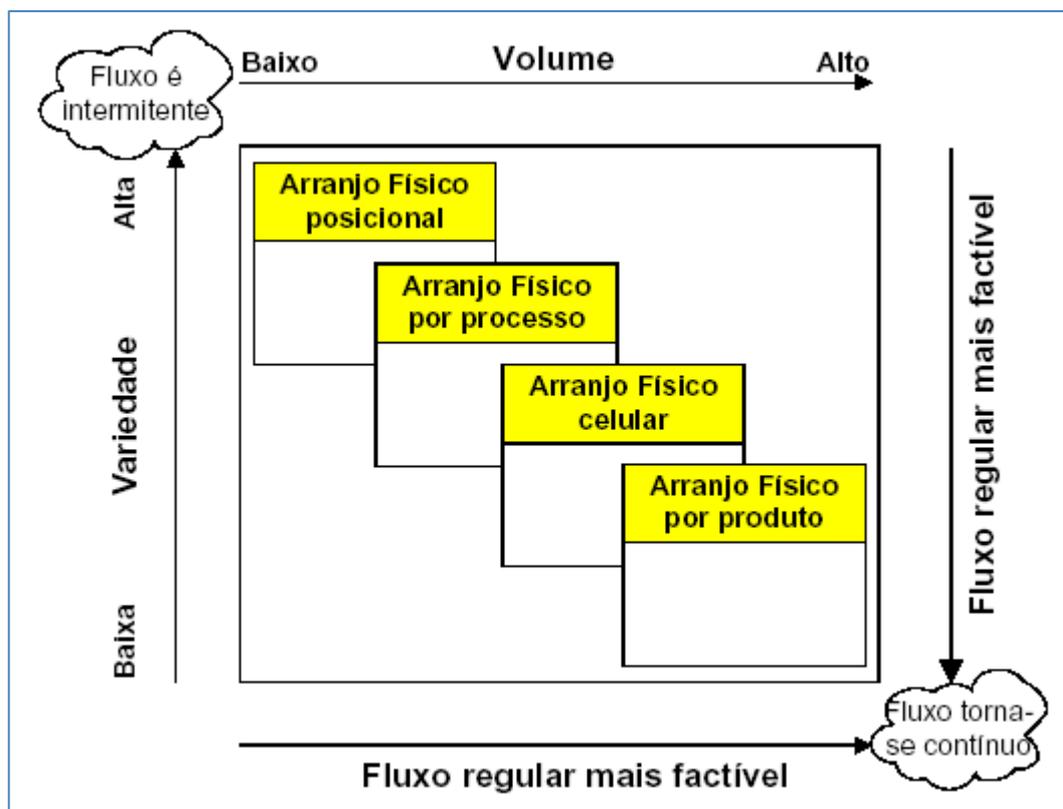
Para a elaboração desta seção, as fontes pesquisadas foram: livros, artigos científicos, documentos e registros da empresa – Frupolpa – complementados por resultados de entrevistas não estruturadas realizadas com dirigentes da empresa. Além destas fontes, a atuação e experiência o autor na área também contribuíram para a organização das informações.

3.1 Arranjo físico e fluxo de processo

A definição do arranjo físico industrial – *lay out* – é de suma importância em um projeto para garantir a otimização do uso de recursos, possibilitando a máxima utilização dos mesmos, atendimento a normas de qualidade e segurança operacional entre outros fatores.

A Figura 18 apresenta os principais tipos de arranjo físico, suas características e relações com o fluxo de processo.

Figura 18: Tipos básicos de arranjo físico



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2002, p. 213)

Analisando a Figura 18, pode-se concluir que a definição do arranjo físico é fator de extrema importância para a gestão de operações industriais, exigindo um estudo minucioso na etapa de projeto das instalações. É possível notar também que o arranjo físico por produto está diretamente ligado a um fluxo contínuo de processo, característica essa das indústrias processadoras de frutas para obtenção de polpas e sucos concentrados.

Uma característica marcante da indústria de processamento de frutas é que seu processo produtivo é classificado como processo contínuo e suas plantas industriais possuem arranjo físico por produto, o que confere ao sistema um alto volume de produção e baixa variedade de produto. Portanto, torna-se essencial um alto desempenho em disponibilidade de equipamentos, pois perdas de tempo por falhas em máquinas e, conseqüentemente, intervenções para manutenção, representam muitas vezes um desperdício que não poderá ser recuperado, além de custos não previstos.

Segundo Slack et al. (2002), arranjo físico por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores – máquinas, equipamentos e utensílios - inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Esse é o motivo pelo qual, às vezes, esse tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em "fluxo" ou em "linha". Ainda segundo o mesmo autor, características marcantes para este tipo de arranjo são:

- Baixos custos unitários para altos volumes
- Especialização de equipamentos
- Possibilidade de baixa flexibilidade de *mix*
- Não muito robusto contra interrupções (paradas de máquinas podem afetar toda a linha de produção)
- O Trabalho pode ser repetitivo

Corrêa (2008) chama a atenção para o fato de que o arranjo físico por produto – ou em linha - é mais adequado para operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência muito similar.

É comum que operações que produzem altos volumes de um ou poucos produtos estejam na verdade produzindo matérias-primas, muitas vezes produtos sem diferenciação de marca. Produtos sem diferenciação são às vezes chamados *commodities* e pela não diferenciação de especificação ou marca encontram no preço seu principal fator de concorrência, o que faz com que os níveis de custos internos operacionais tenham que ser baixos para que os níveis desejados de margens aconteçam. (CORRÊA, 2008, p 318)

Importante ressaltar que o termo matéria-prima, citado por Corrêa (2008) explica-se pelo fato de que o produto final das empresas com estas características normalmente serão utilizados como matéria-prima para outras empresas que então fabricarão o produto final. Para efeitos de legislação, muitas vezes estes produtos são considerados como “semi-industrializados”, e somente são comercializados com outras empresas – que os utilizarão como matéria-prima - e não com o consumidor final.

Essas características, aliadas ao fato de que a empresa opera de forma sazonal em função da oferta de matéria-prima ao longo do ano (períodos de safra e entressafra) evidenciam a necessidade de serem aproveitadas ao máximo as instalações físicas e outros recursos quando houver frutas disponíveis, ou seja, há que se buscar a maior disponibilidade possível de equipamentos da planta industrial, tornando-se este um dos principais pontos de monitoramento de *performance* industrial. De outra maneira, pode-se dizer que o máximo de tempo em que houver oferta de matéria-prima deve ser aproveitado, uma vez que em outros períodos não é possível “recuperar o tempo perdido”.

Um outro aspecto está relacionado à redução de custos operacionais, pois se houver interrupções no processo certamente estas ocasionarão desperdícios de outros recursos, sejam materiais, energia, humanos ou outros, pois os mesmos estariam ociosos.

Uma descrição macro dos processos da empresa pode ser vista na Figura 19, que representa o fluxograma básico de processamento de frutas tropicais para obtenção de sucos concentrados.

Figura 19: Fluxograma básico do processamento de frutas tropicais.



Fonte: Elaborada pelo autor

3.2 Descrição das etapas do processamento

- Etapa 1: Recebimento de matéria prima – Toda a matéria prima a ser processada chega a fábrica em caminhões contratados (fretes). Nesta etapa, deve ser conferida a documentação básica, como pedido, identificação do fornecedor e do lote e variedade da fruta.
- Etapa 2: Inspeção e pesagem – Todos os veículos são inspecionados visualmente em suas condições básicas, através de *checklist* e procedimento operacional padronizado específico da empresa.
- Etapa 3: Descarga – Operação realizada manualmente, onde funcionários descarregam as caixas que contém as frutas em uma esteira apropriada.

- Etapa 4: Seleção – nesta etapa são retirados frutos impróprios para consumo (podres, verdes, danificados, com pragas) e outros materiais, como folhas e galhos, provenientes da colheita. Todo o material retirado é direcionado ao sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos, sendo triturados e vendidos para alimentação animal.
- Etapa 5: Higienização – Realizada através de banho de imersão em água potável – visando a retirada de terra proveniente da colheita – e logo após ação mecânica de escovas rotativas, simultaneamente a asperção de água com solução sanitizante – visando reduzir a carga microbiana.
- Etapa 6: Extração de suco – nesta etapa as frutas tem suas cascas rompidas e em equipamento dotado de peneira rotativa separa-se o suco “bruto” de cascas e caroços. Todo o material retirado – cascas e caroços - é direcionado ao sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos, sendo triturados e vendidos para alimentação animal.
- Etapa 7: Despolpamento – O suco “bruto” proveniente da etapa anterior passa por equipamentos denominados despolpadeiras, que são filtros e tem a função de eliminar partículas estranhas, como fragmentos de cascas e caroços, oriundos da etapa anterior.
- Etapa 8: Concentração – Nesta etapa, o suco passa por um processo de retirada de água através de evaporação, visando redução de volume. Ocorre em equipamento denominado evaporador contínuo de múltiplos efeitos á vácuo.
- Etapa 9: Tratamento térmico – O objetivo desta etapa é garantir a conservação do produto, através da redução da carga microbiana pelo emprego de alta temperatura. É realizada em equipamento denominado esterilizador tubular.
- Etapa 10: Envase – Este procedimento é considerado envase asséptico, pois ocorre após o tratamento térmico, sem que o produto tenha contato com o meio externo, garantindo assim sua esterilidade. Trata-se do acondicionamento do produto proveniente da etapa anterior em bolsas esterilizadas, que por sua vez são acondicionadas em tambores metálicos de 200 litros.
- Etapa 11: Armazenamento: Devidamente identificados por lotes após o envase, os tambores são armazenados em galpões cobertos e fechados, em temperatura ambiente – devido ao sistema de envase asséptico não é necessário o uso de

refrigeração. Desta forma, garante-se as condições sensoriais e microbiológicas do produto por até 3 anos.

- Etapa 12: Expedição – O envio de produto aos clientes pode ocorrer em caminhões abertos (tipo carga seca), furgões fechados ou diretamente em containers, quando se trata de exportação.

Em todo o fluxo de processo, os equipamentos estão posicionados conforme a sequência de operações sendo os processos conexos e interdependentes uns aos outros. Baixo nível de estoque de produto em processo. Em geral processos automatizados trabalhando ininterruptamente. A tecnologia tem alterado substancialmente os processos produtivos fabris, tanto no sentido de permitir mais automação, com evidente impacto na produtividade e na consistência e confiabilidade da produção, quanto no desafio do tradicional *trade-off* entre eficiência e flexibilidade de processos. Produção em grande escala, sistemas produtivos são organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos (máquinas, homens e materiais) e os métodos de trabalho e controles, contribuindo para uma maior eficiência do sistema, com conseqüente redução dos custos.

4 Metodologia

4.1 Enquadramento da pesquisa

Segundo Lakatos & Marconi (1991, p. 64): "a pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais".

Metodologicamente, este trabalho, baseado na literatura (MIGUEL, 2007), pode ser classificado como aplicado, de objetivo descritivo e abordagem predominantemente quantitativa. Quanto às fontes de pesquisa foram utilizadas a pesquisa bibliográfica e a observação direta intensiva, segundo a classificação de Lakatos & Marconi (2008) ou a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, conforme a classificação de Gil (2008).

A pesquisa utilizada como suporte à dissertação de mestrado envolveu a realização de pesquisa bibliográfica associada à pesquisa de campo, desenvolvida por meio de um estudo de caso de uma empresa. Tem caráter descritivo, exploratório, com abordagem predominantemente quantitativa e tratamento quali-quantitativo.

Primeiramente, foi realizada a pesquisa bibliográfica, a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. (FONSECA, 2002, p. 32).

Para Gil (2007, p. 44), os exemplos mais característicos desse tipo de pesquisa são sobre investigações sobre ideologias ou aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema.

Junto da pesquisa bibliográfica foi realizada a pesquisa descritiva, que objetiva conhecer e interpretar a realidade sem nela interferir para modificá-la (LAKATOS & MARCONI, 1991). A pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou de determinado fenômeno, mas não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação. Normalmente ela se baseia em amostras representativas. (LAKATOS & MARCONI, 1991).

A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

São exemplos de pesquisa descritiva: estudos de caso, análise documental, pesquisa ex-post-facto. Para Triviños (1987, p. 112), os estudos descritivos podem ser criticados porque pode existir uma descrição exata dos fenômenos e dos fatos. Estes

fogem da possibilidade de verificação através da observação. Ainda para o autor, às vezes não existe por parte do investigador um exame crítico das informações, e os resultados podem ser equivocados; e as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão.

Segundo Minayo (1992, p.10), a pesquisa exploratória visa proporcionar ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema em estudo. Este esforço tem como meta tornar um problema complexo mais explícito ou mesmo construir hipóteses mais adequadas. Para Malhotra (2001), o objetivo principal é possibilitar a compreensão do problema enfrentado pelo pesquisador, proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. O estudo utilizado foi o longitudinal, que consistiu na coleta de informações ao longo do tempo através de um estudo de caso.

Um estudo de caso visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, no decorrer da investigação, mas revelá-lo tal como ele o percebe, possibilitando conhecimento que viabilize posterior intervenção. O estudo de caso ocorreu dentro de uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes. (FONSECA, 2002, p. 33).

Foi selecionada como objeto do estudo de caso uma empresa em que o pesquisador atuou profissionalmente, com o intuito de analisar aspectos relativos ao tema, conseguir dados estatísticos e informações de forma direta e indireta para complementar a metodologia deste tema proposto. A escolha da empresa selecionada para ser investigada sob o recorte de um estudo de caso apresentou-se adequada na medida em que corresponde ao caracterizado por Yin (2001): as fronteiras entre o fenômeno estudado e o contexto em que ele ocorre não são claramente evidentes

Segundo Gil (1993, p. 58), “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento”, caracterizando-se pela grande flexibilidade que oferece ao pesquisador.

No caso abordado neste trabalho, a coleta de dados viabilizou-se pelo fato de o autor ter carreira profissional desenvolvida em gestão agroindustrial, com atuação direta nas áreas industrial e administrativa de empresas, permitindo assim a observação do

cenário organizacional, bem como o ambiente em que a empresa atua, suas características e seu histórico.

Baseado em Yin (2001), este estudo de caso caracteriza-se por ser de caso único. Conforme o referido autor, existem seis principais fontes de evidências a serem utilizadas em um estudo de caso: documentos, registros em arquivos, entrevista, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

Nesta pesquisa, além de levantamentos bibliográficos, as seguintes fontes foram utilizadas:

- Plano estratégico da empresa, acessado em reuniões com a alta direção.
- Análise de documentos internos da empresa, elaborados desde o estudo e projeto de implementação da mesma, assim como relatórios e memorandos diversos.
- Análise de registros internos ao longo da história da empresa.

4.2 Fontes e Coleta de dados

Os dados bibliográficos foram coletados entre março de 2011 e março de 2013.

Para alcançar os objetivos propostos realizou-se um levantamento bibliográfico em *websites*, artigos, livros, ou seja, em fontes acadêmicas que abordassem conceitos relacionados ao tema.

As palavras chave pesquisadas foram: ***Estratégia, Frutas Tropicais, Competitividade, indicadores de desempenho, manutenção.***

Já os dados sobre o estudo de caso estão referidos a dois momentos, descritos através do cenário 1 que ocorre entre o período correspondido entre os anos de 1999 a 2009 e que corresponde à fundação da empresa e sua gestão dentro de uma ótica familiar, baseada muitas vezes no imprevisto e intuição dos proprietários, sem um plano de gestão definido. Os acompanhamentos e monitoramentos de processo que geraram os dados que refletem a situação da planta neste cenário 1 foram realizados na safra 2010/2011. O segundo momento corresponde ao cenário 2 que ocorre a partir de 2009, quando a empresa foi adquirida por um grupo multinacional que a reestrutura, adotando treinamentos, plano de negócios, indicadores, metas entre outras estratégias e investimentos. Os acompanhamentos e monitoramentos de processo que geraram os

dados que refletem a situação da planta nesse cenário 2 foram realizados na safra 2011/2012.

Importante ressaltar que para efeitos comparativos e validação da pesquisa, tomou-se o cuidado de se monitorar uma mesma linha de processo – mesmos equipamentos – em período equivalente do ano, operando com a mesma variedade de fruta, nas mesmas condições de capacidade.

Este procedimento permitiu fazer uma análise comparativa dos dois cenários, sendo o intervalo entre eles um período repleto de implementações de planos de manutenção preventiva, desenvolvimento de novos fornecedores de peças de reposição, implementação de treinamentos técnicos e comportamentais, implementação de novo sistema de gestão e planejamento de operações, projetos de melhorias nas instalações e ajustes nas equipes de trabalho.

Após a leitura do material bibliográfico, associada à análise do estudo de caso, deu-se início a análise dos dados, buscando traçar observações relacionadas à evolução das estratégias de gestão praticadas por uma empresa processadora de frutas tropicais em busca de competitividade em seus dois momentos.

4.2.1 Instrumentos utilizados para levantamento dos dados

A empresa possui em seu sistema de gestão de processo os chamados registros e relatórios de processo, documentos estes utilizados em todos os setores, que têm a finalidade de apontar ocorrências relativas às variáveis de processo (temperatura, pressão, vazão, etc.), número de interrupções no processo, tempos perdidos por interrupções (por motivos variados), análises laboratoriais, horários diversos, condições de matérias primas, condições de equipamentos, falhas em equipamentos, etc. Os apontamentos são realizados pelos operadores de cada setor, acompanhados em tempo real pelos líderes de produção, que ao final de cada dia assinam os documentos, encaminhando posteriormente ao coordenador de operações industriais, que por sua vez avalia os valores e utiliza-os para a elaboração de relatórios gerenciais. O principal objetivo destes documentos é possibilitar uma análise aprofundada do processo, possibilitando aos gestores a tomada de decisões e correções quando necessárias, além de servir como elementos bases pra o sistema de rastreabilidade.

Vários podem ser os motivos para interrupções que causam perdas de tempo no processo, entre os quais a empresa considera:

- De ordem pessoal - falha de operação;
- Matéria-prima fora de especificação
- Falta de energia elétrica – do fornecedor
- Falta de água – do fornecedor
- Insumos fora de especificação
- Produto fora de especificação
- Higienização da planta
- *Set up* de linha e equipamentos
- Falta de matéria-prima ou insumos – ingredientes e embalagens
- Falha em equipamentos - manutenção

Assim, após análise dos registros, todos os apontamentos são estratificados de acordo com sua categoria, utilizando para isso o diagrama de Pareto, que possibilita uma visão privilegiada dos dados, permitindo identificar com facilidade as principais causas de paradas em equipamentos.

Desta forma, o foco da pesquisa recaiu sobre os apontamentos de falhas em equipamentos que acarretaram em paradas no envase de produto acabado (gargalo de linha), conhecidos como “paradas para manutenção”, sendo este o principal motivo de perdas de tempo no processo.

4.3 Seleção da empresa para o estudo de caso

A seleção da empresa que serviu como base para o desenvolvimento da pesquisa seguiu alguns critérios e fatores, que foram determinantes para a relevância do tema abordado. Alguns dos principais aspectos foram:

- Capacidade de produção da planta industrial está entre as maiores do Brasil no segmento de frutas tropicais;
- Estar passando por reestruturação em todos os setores;
- No ano de 2009 ter mudado de propriedade - foi adquirida por grupo multinacional com mais de 50 anos de experiência na área agroindustrial, contracenando com o cenário anterior (1999 a 2009) quando sua gestão era baseada em empreendedores regionais;
- Mudança no controle gerou muitos projetos de investimentos na área de operações industriais: novos equipamentos, sistema de gestão da manutenção,

implementação de programas de gestão da qualidade e gestão de pessoal, o que consequentemente gerou necessidade de adaptações do ponto de vista comportamental, uma vez que a eficácia de todos os investimentos citados depende, entre outros, do comprometimento das equipes envolvidas.

- Empresa tem como proposta de gestão atingir os níveis de eficiência compatíveis com suas plantas similares no exterior –*benchmarking*;
- O autor desta pesquisa possui experiência em plantas similares e outras do setor de processamento de alimentos, tendo atuado nas áreas de produção, processos, qualidade, manutenção, projetos e outras afins, além de pertencer ao quadro de funcionários fixos da empresa ocupando a função de coordenador de operações industriais.

4.4 Análise dos dados

Para a análise dos dados foi seguida a metodologia que envolveu a realização de pesquisa bibliográfica associada à análise de caso da empresa de caráter descritivo exploratório de abordagem qualitativa.

Mostrou-se importante, para a análise dos dados, a utilização de ferramentas da qualidade, construção de tabelas, gráficos e estudos estatísticos para expressar os resultados encontrados.

Cabe acentuar que os períodos de estudo e coletas de dados estão divididos em dois: safra 2010/2011, que reflete a situação do cenário 1, e safra 2011/2012, que reflete do cenário 2.

5 Estudo de Caso da Empresa Frupolpa

5.1 Caracterização do processo evolutivo da empresa estudada

A indústria alimentícia estudada localiza-se no interior do estado de São Paulo e atua no processamento de frutas tropicais para fabricação de sucos concentrados. As principais matérias primas utilizadas são: manga, goiaba, abacaxi, maracujá e acerola, sendo o produto obtido classificado como semi-industrializado, uma vez que será utilizado como insumo para indústrias fabricantes de sucos prontos para beber, doces, geléias e outros. Estrategicamente localizada, facilitando logística de suprimentos agrícolas, proximidade de fornecedores diversos, disponibilidade de mão de obra e escoamento da produção, seja para mercado interno ou exportação, a planta que serviu como base para o estudo tem capacidade de processamento estimada em 500 toneladas de frutas por dia, disponíveis em um período compreendido entre os meses de outubro e março. A empresa conta com um quadro de funcionários em torno de 200, sendo 150 diretamente ligados ao processo produtivo.

A empresa objeto deste estudo de caso passou por dois cenários distintos, em dois períodos: o primeiro período iniciou-se em 1999, ano de sua fundação, estendendo-se até 2009, ano em que foi adquirida por uma multinacional e o segundo tem início em 2009.

Pode-se considerar que na mudança de cenários houve um período de adaptação comportamental, marcado pela implantação de programas e ferramentas de gestão em diversas áreas da empresa, que até então não eram utilizados pelos proprietários anteriores, incluindo-se a adoção de políticas voltadas para a qualidade, segurança operacional, segurança de alimentos, meio ambiente, recursos humanos – com ênfase em treinamentos, capacitações e definições de cargos, funções e responsabilidades - e efetividade nas operações industriais. Essas mudanças foram motivadoras do estudo da referida empresa.

A caracterização da empresa e a identificação dos cenários a partir dos quais ocorreu seu processo evolutivo foram feitas a partir de: consulta e análise de documentos, entrevistas (com funcionários, parceiros comerciais, fornecedores, clientes) e observação direta. Informações quanto às estratégias adotadas a partir da aquisição da empresa pelo grupo atual foram compartilhadas por diretores corporativos,

em reuniões diversas, muitas delas com a participação direta e presencial do autor desta pesquisa, responsável pela gestão de operações da planta.

5.1.1 Cenário 1: Da fundação em 1999 até 2009

Na ocasião de sua instalação, o principal motivo para o empreendimento era a oferta de frutas tropicais, mais especificamente manga e goiaba, uma vez que a região representa um dos principais pólos nacionais dessa produção, além de dispor de facilidades logísticas tanto para abastecimento de matérias primas, quanto para escoamento da produção.

A empresa tinha como principal estratégia aproveitar os excedentes de frutas – sobras de mercado - em momentos de safra, ou seja, os volumes que os produtores não conseguiram comercializar no mercado de frutas “para mesa” – consumo *in natura*, muitas vezes por questões de excesso de oferta ou não atendimento às exigências deste mercado, constituíam o seu foco. Assim, havia o aproveitamento de frutas que muitas vezes apodreceriam nos pés por falta de mercado, ficando o prejuízo com o produtor.

Não havia, portanto, a prioridade de formalização de contratos de fornecimento de frutas entre empresa e produtores agrícolas. Além disso, fora dos períodos de safra de frutas tropicais (outubro a março) a empresa muitas vezes buscava frutas de outras regiões para atender aos pedidos específicos ou cumprir compromissos agendados. Este sistema, com base em aproveitamento de oportunidades pontuais, muitas vezes deixava a empresa em situação de desabastecimento, pois quando o mercado não era favorável, não havia oferta de matéria prima suficiente, ocasionando impactos negativos na sequência de operações – industrialização e comercialização de produtos – ou riscos de não cumprimento de compromissos.

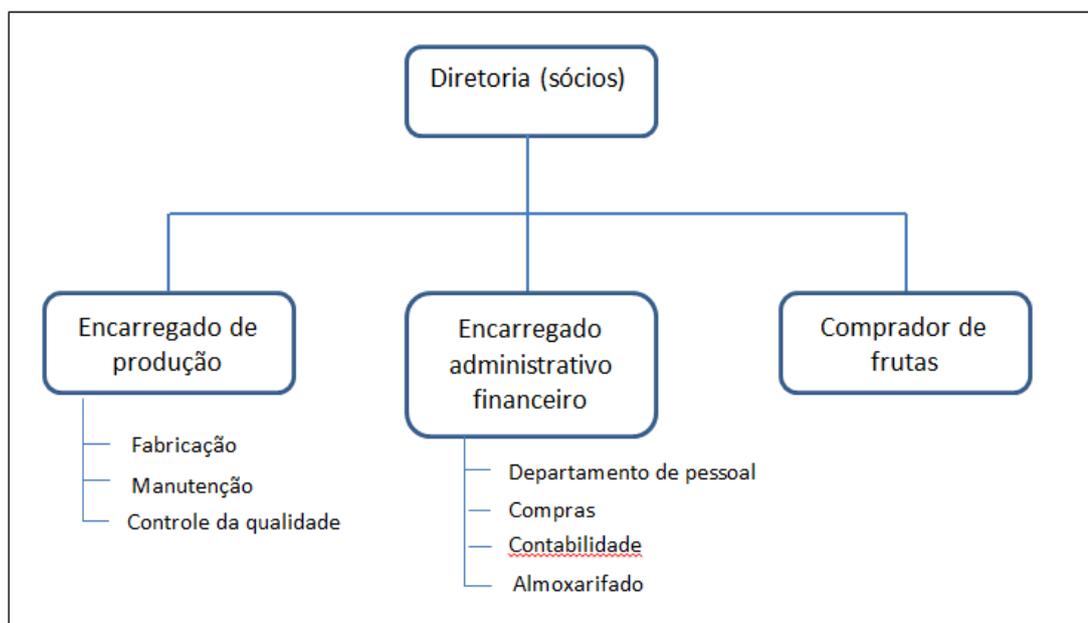
O parque industrial era modesto, com equipamentos básicos muitas vezes adquiridos em leilões – no mercado de segunda mão – atendendo às condições mínimas para o processamento básico, nem sempre apresentando índices de eficiência, segurança e confiabilidade desejáveis. A capacidade instalada para processamento era de aproximadamente 150 toneladas de frutas por dia, visando à produção de suco concentrado.

Em termos de comercialização de produtos, os próprios sócios se encarregavam de buscar clientes, porém as condições nem sempre atendiam às exigências do mercado externo.

Questões que envolviam principalmente sistemas de qualidade e segurança de alimentos com selos reconhecidos internacionalmente muitas vezes não estavam entre as prioridades e estratégias, pois exigiriam altos investimentos em infra-estrutura e qualificação de mão-de-obra. Desta forma, o mercado atendido pela empresa, em muitas ocasiões, restringiu-se a clientes menos exigentes do mercado interno, que por sua vez buscavam fornecedores que praticavam custos mais baixos.

O quadro de funcionários era também limitado, com os próprios sócios desempenhando as funções gerenciais nas principais áreas: aquisição de matéria-prima, gestão de operações industriais, comercial, administração e finanças e logística de materiais entre outras, caracterizando assim o sistema de tomada de decisão com base na visão dos proprietários. Apenas algumas funções específicas, envolvendo conhecimentos técnicos voltados à área de alimentos, eram designadas para encarregados de cumprir um mínimo necessário para atendimento de especificações básicas de produtos, atendendo principalmente à legislação da área. Em sua maioria, os responsáveis pela operação apresentavam baixo nível de escolaridade e não havia qualquer política de investimentos no sentido de melhorar esse cenário. O organograma funcional da empresa em seu cenário 1 – 1999 a 2009 – é apresentado na Figura 20.

Figura 20: Organograma funcional cenário 1 – 1999 a 2009.



Fonte: Registros da empresa. Adaptação do autor.

Em termos de gestão estratégica, não havia visão ou missão declaradas, dificultando assim projeções de médio e longo prazos em termos de posicionamento da empresa no mercado, o que despertava uma certa insegurança em potenciais clientes de grande porte, seja no mercado interno ou externo, que preferiam buscar alternativas no mercado, muitas vezes executando compras pequenas e pontuais, não fidelizando-se como cliente a longo prazo. Impactos na gestão financeira eram constantes, não havendo base para planejamentos de médio e longo prazos.

Assim, sem políticas de consolidação do negócio e visão estratégica, a empresa oscilava entre momentos de prosperidade e crises, ao sabor do mercado, sem possibilidades de atuar sobre o mesmo. No ano 2009, com dificuldades financeiras, os sócios decidiram pela venda da empresa, pois já sentiam o acirramento da concorrência e aumento substancial no nível de exigência do mercado.

A empresa não possuía, portanto, um plano de gestão definido, característica bastante usual em empresas menores ou familiares.

5.1.2 Cenário 2: A partir de 2009

Em 2009, a empresa designada, no presente trabalho, por razão de sigilo, de Frupolpa, foi adquirida por um grupo Multinacional que atua no setor de processamento de frutas em vários países há mais de 50 anos.

Em um primeiro momento, buscou-se o saneamento das finanças, uma vez que várias pendências da gestão anterior exigiam agilidade, mesmo porque relacionamentos com fornecedores estavam prejudicados e precisavam ser recuperados. Tratava-se, basicamente, de trabalhar a imagem da empresa no mercado. Já que se optou por manter o nome fantasia, o mesmo deveria ser urgentemente associado à razão social do novo proprietário, este conhecido mundialmente no ramo.

A realização do diagnóstico organizacional foi de fundamental importância para identificar os setores que mais apresentavam deficiências na empresa. Através das ferramentas utilizadas, como lista de verificação, diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, OEE e outras, foi possível direcionar as ações necessárias para que a empresa alcance melhores resultados, proporcionando assim mais competitividade ao negócio.

Desde então, a planta vem experimentando uma reestruturação em sua forma de gestão, com implementação de novas práticas operacionais e comerciais, buscando

adaptar-se ao sistema brasileiro, porém acrescentando toda sua experiência em negócios, adquirida ao longo de sua história.

5.2 A FRUPOLPA: implantação de programas sob nova gestão

A empresa, após quatro anos sob nova gestão, encontra-se em pleno processo de implementação de programas de gestão da qualidade e segurança de alimentos, objetivando sua consolidação no mercado através de práticas e ferramentas *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta) embasadas principalmente nos conceitos TPM – *Total Productive Management*.

O fato de estar estrategicamente localizada - na Região de Governo de Araraquara - facilita logística de suprimentos agrícolas, proximidade de fornecedores diversos, disponibilidade de mão-de-obra e escoamento da produção, seja para mercado interno ou exportação.

A planta que serviu como base para o estudo recebeu investimentos em novas linhas e equipamentos de processo, alcançando a capacidade de processamento estimada em 500 toneladas de frutas por dia, visando à produção de sucos concentrados, disponíveis em um período compreendido entre os meses de outubro e março, o que coloca essa empresa entre as maiores do setor, em que predominam pequenas empresas de administração familiar. Em consonância com o plano estratégico da empresa, os investimentos em novos equipamentos possibilitam garantir, além de maior capacidade, melhores rendimentos, confiabilidade, flexibilidade e qualidade, além de segurança operacional e redução em impactos ambientais, principalmente na gestão de subprodutos e disposição e tratamento de resíduos.

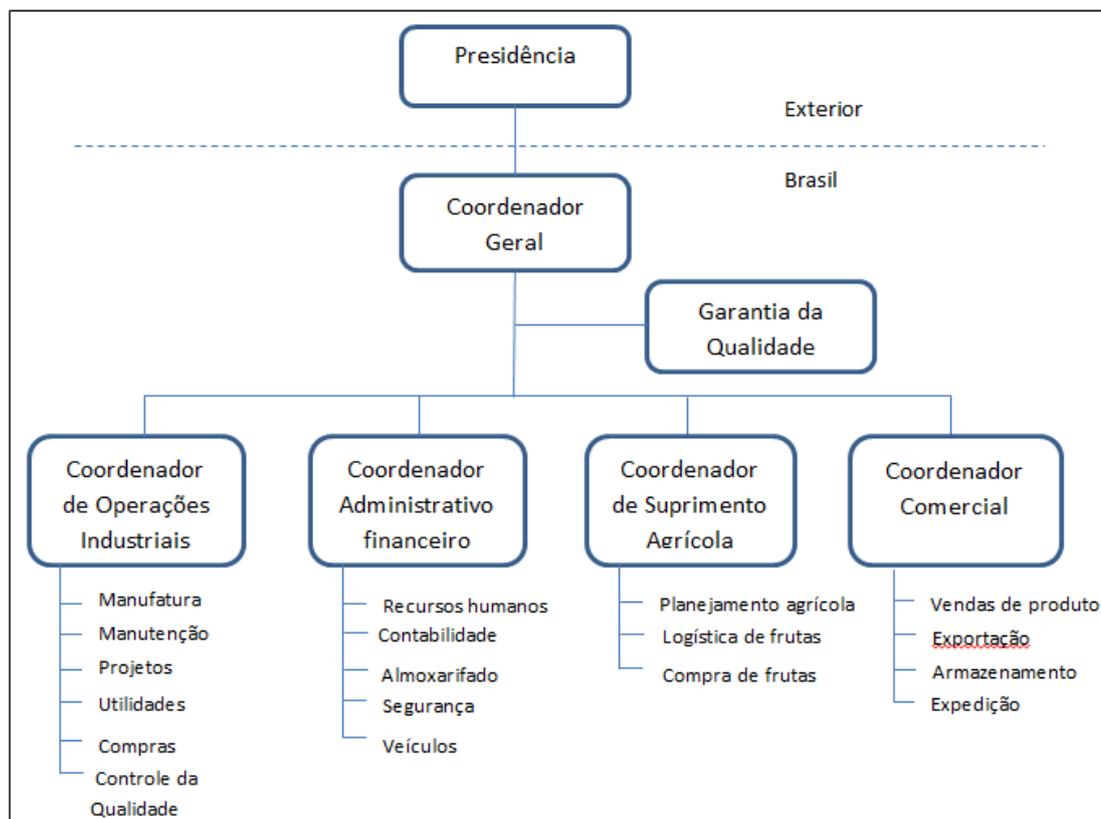
A matéria-prima provém de produtores agrícolas da região, em sua maioria situados em um raio de 150 km da fábrica, com a manga representando a principal fruta, respondendo por até 70% do total processado, seguida pela goiaba, pelo abacaxi e pela acerola. A área responsável pelo suprimento agrícola tem como estratégia aproximar os produtores de frutas, buscando relações de longo prazo, com contratos firmados considerando, dentre outros, preços, condições financeiras, condições sanitárias, prazos, períodos de entrega, certificações e outras.

A área comercial, em conjunto com a matriz, atualmente busca desenvolver mercados externos, tendo como principais concorrentes empresas localizadas no México e Índia, principais produtores de manga no mundo. (FONTE: alta direção da

empresa). Em termos de mercados consumidores, países da Europa e Ásia representam os maiores volumes comercializados, tendo em empresas fabricantes de sucos prontos para beber (PPB) seus representantes. No mercado interno, grandes clientes como Coca Cola, EBBA, WOW, General Brands entre outros são os principais focos do negócio, com base em uma estrutura que garanta qualidade, confiabilidade, custo competitivo, volumes, padronização e prazos desejados.

A empresa conta com um quadro de funcionários em torno de 200, sendo 150 diretamente ligados ao processo produtivo. O organograma foi completamente redesenhado, buscando conferir uma gestão profissionalizada com base em quatro pilares de sustentação: Comercial, Administrativo-financeiro, Suprimento de matéria-prima e Operações Industriais. Outro fator diferencial com relação à estrutura funcional foi a inserção da área de Garantia de Qualidade, responsável pela gestão de programas de qualidade, auditorias, registros e documentação em geral. Assim, o novo organograma da empresa é representado na Figura 21.

Figura 21: Organograma funcional cenário 2 – a partir de 2009.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No organograma funcional apresentado na Figura 21 é possível notar a presença de áreas diversas ligadas aos coordenadores, como projetos, segurança, planejamento agrícola entre outras que não figuravam na gestão anterior, sendo muitas vezes negligenciadas ou geridas pelos sócios proprietários da empresa.

Esses quatro pilares representam, basicamente, todas as áreas da empresa sendo ocupados por profissionais especializados e com experiência na área de atuação, tendo como principais objetivos:

- a. Formar e desenvolver equipes eficientes
- b. Implementar ferramentas de gestão e programas específicos
- c. Gerenciar operações
- d. Propor inovações
- e. Implantar sistemas de indicadores de desempenho
- f. Avaliar desempenho com base nos resultados
- g. Desenvolver estratégias de melhoria contínua
- h. Garantir atendimento as especificações de produto e legislações

Importante destacar que a empresa não utiliza serviços terceirizados em suas operações, sendo todas as funções ocupadas por funcionários próprios. Apenas transporte de matéria prima, insumos, resíduos e produto acabado são executados por fretistas ou empresas especializadas. Todo o processo produtivo é executado na própria empresa.

A gestão estratégica da empresa atualmente segue diretrizes de sua matriz, buscando atender aos objetivos gerais da corporação e alinhar-se aos mesmos, associando seus diferenciais e pontos fortes em termos de localização, já que é a única planta do grupo em território brasileiro. Consciente das características do setor, busca-se o aproveitamento otimizado de seus recursos, em um mercado em que o planejamento de vendas e operações depende, além de projeções de demanda, fundamentalmente das perspectivas do fornecimento de matéria-prima, tornando-se assim essencial para a consecução dos resultados (PLANO ESTRATÉGICO FRUPOLPA, 2011).

Empresas com características sazonais apresentam peculiaridades, principalmente em seu fluxo de caixa, pois em determinado período devem aproveitar a oferta de matéria-prima, havendo desembolsos significativos para pagamentos a fornecedores, além de formação de estoques, custos com mão-de-obra e operacionais em geral. Esses desembolsos muitas vezes somente serão recuperados ao longo do ano,

conforme ocorrem os fornecimentos de produtos para clientes. Daí a importância de serem estabelecidas políticas de contratos de fornecimento de produto, prevendo os volumes a serem demandados e, conseqüentemente, os volumes de frutas a serem processados. (Elaborado pelo autor com base em sua formação acadêmica, experiência e atuação na gestão da empresa)

Uma das características da indústria processadora de frutas é a sazonalidade na oferta de matéria prima, fazendo com que o planejamento de operações industriais busque estratégias que visam otimizar a utilização dos recursos necessários: mão-de-obra, matéria prima, máquinas, insumos em geral e tempo.

A partir das definições e objetivos estratégicos, com o redesenho do organograma com base nos quatro pilares (Comercial, Administrativo/financeiro, Suprimento de matéria-prima e Operações Industriais) a empresa passou a buscar as áreas que necessitavam de melhorias e as estratégias para implementá-las.

Em termos de aspectos físicos, a alta direção da empresa optou pela realização de estudos de *lay out*, capacidades e identificação de gargalos, ações que culminaram em vários projetos envolvendo:

- aquisição de novos equipamentos,
- redesenho de fluxo de materiais
- melhorias estruturais
- Emprego de novas tecnologias
- Automação de processos

Essas necessidades de melhorias justificam a adoção de programas e ferramentas de gestão específicas, que em complemento às melhorias de ordem estrutural, objetivam buscar o desempenho desejado.

A adoção de programas e normas como ISO 22000, 5S, Manutenção Preventiva e outros ligados a gestão de equipes passaram a integrar a rotina da empresa, na busca por uma mudança comportamental, em que os funcionários entendam os objetivos da empresa e se comprometam com suas metas. Nesta fase, a adoção de ferramentas da qualidade, como Registros, Folhas de Verificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Ishikawa passaram a fazer parte da rotina, mostrando-se fundamentais para a melhor gestão dos dados, possibilitando suporte para a tomada de decisão. (FONTE: Plano estratégico da empresa)

Em um primeiro momento, a área industrial levantou todas as informações referentes ao processo produtivo:

- tempos de *set up*,
- descrição das etapas do fluxo de processamento,
- tempos de processos,
- perdas e desperdícios (materiais e de tempo),
- capacidades,
- Produtividade,
- Número de funcionários,
- Funções e responsabilidades

A partir das informações levantadas, podem-se identificar com precisão os gargalos e os pontos de maior vulnerabilidade da linha de produção, servindo assim como análise diagnóstica da situação. Entre as principais, destaque para:

- Falta de planejamento.
- Baixo índice de disponibilidade de equipamentos – muitas paradas de processo, acarretando perdas de tempo, insumos e riscos para a qualidade.
- Necessidade de implantação de programas de qualidade e segurança de alimentos.
- Ausência de estruturação da área de recursos humanos, contemplando definições de cargos, funções e responsabilidades.
- Falta de programa de treinamento de pessoal

A partir deste diagnóstico, puderam ser propostas ações necessárias para o atingimento dos objetivos estratégicos.

Nesse sentido foi desenvolvido estudo sobre variações de tempos de parada, apresentado a seguir.

5.2.1 Análise dos tempos de paradas de equipamentos

Os estudos das variações nos tempos de paradas de equipamentos usados em uma indústria são de grande interesse para a Engenharia de Produção. A modelagem estatística desses dados é útil para diagnóstico (indicadores de desempenho por meio de Teoria das Filas), inferência ou simulação, especialmente para tomada de decisão sobre investimentos, programação da produção, alocação da manutenção e controle da grande variabilidade, dentre vários outros fatores. A descoberta dos possíveis fatores que atuam nessas variações pode ser de grande interesse para engenheiros e administradores industriais.

O objetivo principal desta parte da investigação está relacionado à manutenção de equipamentos industriais, área vinculada à teoria de confiabilidade industrial. Para isso foi analisado um conjunto de dados, denotando os tempos de paradas devido a falhas de equipamentos em uma indústria do setor alimentício instalada no interior do estado de São Paulo.

Diferentes metodologias estatísticas são usadas para confirmar os fatores significativos na variabilidade dos dados e também na obtenção de um bom modelo de previsão. Como uma primeira análise estatística dos dados foi considerado um modelo usual de análise de variância (ANOVA), com uma classificação considerando os dados transformados numa escala logarítmica (levando à normalidade aproximada dos dados) para verificar possíveis diferenças nos tempos médios devido a vários fatores categóricos. Numa segunda análise dos dados, foi usado um modelo de regressão linear múltipla, também considerando os dados transformados para confirmar de forma conjunta quais fatores são mais importantes na variabilidade dos tempos de paradas e também para ser usado como um modelo de previsão. Uma terceira análise estatística dos dados foi considerada, usando modelagem paramétrica para dados de confiabilidade, considerando os dados na escala original definidos para valores reais positivos (tempos de ocorrências). O uso de diferentes metodologias estatísticas enriquece e confirma importantes fatores que controlam a variabilidade entre os tempos de manutenção dos equipamentos industriais.

O estudo da confiabilidade de componentes e sistemas e a descoberta de possíveis causas que podem levar a grandes perdas, em termos de custo para as indústrias, é de grande interesse industrial. A análise de dados relacionados aos tempos e até às falhas de diferentes equipamentos da indústria de alimentos pode levar à adoção de melhores estratégias para manutenção dos diferentes tipos de equipamentos e possíveis descobertas de fatores que levam ao melhor desempenho dos equipamentos, como setor, época de safra, tipo de equipamentos, modelos de equipamentos, turnos de trabalho, temperatura entre muitos outros fatores. O estudo de manutenção e confiabilidade de equipamentos tem sido desenvolvido extensivamente na literatura para otimizar o desempenho industrial e minimizar perdas (ALMEIDA, 2007; KARDEC; NASCIF, 2009; DHILLON, 1999; MOUBRAY, 1997; ZHANG; JARDINE, 1998; CHRISTER et al., 1998; NAKAGAWA, 2005; BILLINTON; ALLAN, 1983; BLANCHARD; FABRYCKY, 1998; KELLY, 1984).

Estudos sobre os tempos e até falhas e descobertas de fatores que podem aumentar esses tempos são importantes para os gerentes industriais tomarem decisões que podem significar ganhos significativos para a indústria (BRWON et al., 1974; AL-NAJJAR, 1996).

A etapa de identificação de distribuições de probabilidades de tempos e seus parâmetros é de grande importância para obter melhores estudos e, conseqüentemente, melhores inferências e previsões em estudos industriais (MONTGOMERY; RUNGER, 2010).

Várias distribuições paramétricas são introduzidas na literatura para analisar dados de confiabilidade ou tempos de sobrevivência. Entre essas diferentes distribuições de probabilidade, uma distribuição se destaca: a distribuição de Weibull, muito utilizada na área médica (COLOSIMO; GIOLO, 2006; ACHCAR, BROOKMEYER; HUNTER, 1985) ou na área industrial (BABUY; JAYABALAN, 2009; NELSON, 2004; MEEKER; ESCOBAR, 1998) dada a sua grande flexibilidade de ajuste.

O estudo de confiabilidade está associado à qualidade e à produtividade industrial e tem sido o objetivo de muitos pesquisadores e engenheiros industriais, pois a competitividade da indústria está associada à melhor confiabilidade (NELSON, 2004; BILLINTON; ALLAN, 1983).

Para a organização, levantamento e tratamento dos dados referentes ao estudo de confiabilidade, que compõe a presente dissertação, foi assumida perspectiva quantitativa. Da mesma forma, o tratamento dos dados levantados teve enfoque quantitativo.

Bertrand & Fransoo (2002) definem a pesquisa quantitativa em Engenharia de Produção como aquela onde é possível se modelar um problema que apresenta variáveis cujas relações são causais e quantitativas. Neste sentido, torna-se possível quantificar o comportamento das variáveis dependentes sob um domínio específico, permitindo ao pesquisador realizar predições. Em geral, as pesquisas quantitativas utilizam modelagem matemática, estatística ou computacional (simulação).

5.2.1.1 Apresentação do problema e análise descritiva dos dados

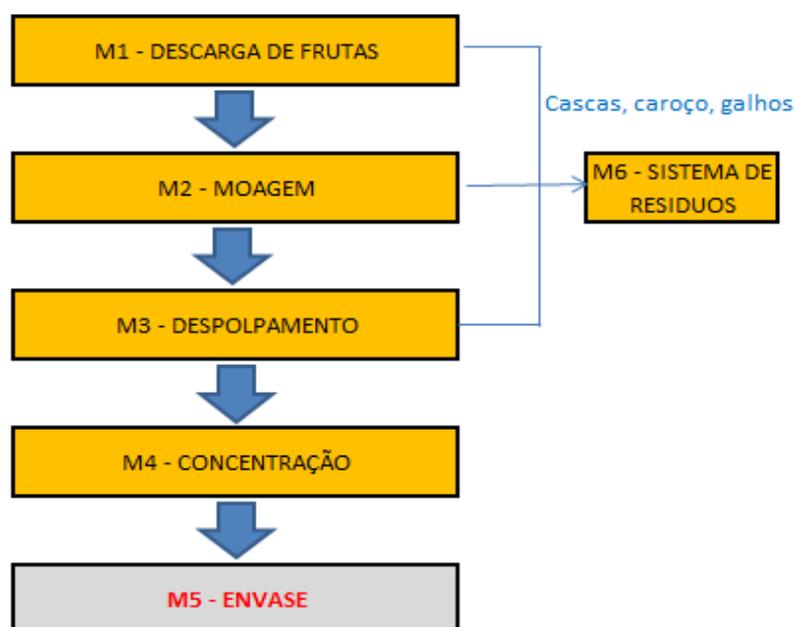
Neste momento, cabe retomar a informação de que a empresa conta com um quadro de funcionários em torno de 200, sendo 150 diretamente ligados ao processo produtivo.

Conforme já exposto, a planta que serviu como base para o estudo tem capacidade de processamento estimada em 500 toneladas de frutas por dia, disponíveis em um período compreendido entre os meses de outubro e março.

Uma das características da indústria processadora de frutas é sua sazonalidade, fazendo com que o planejamento de operações industriais busque estratégias que visam otimizar a utilização dos recursos necessários: mão de obra, matéria prima, máquinas, insumos em geral e tempo. Outra característica marcante desse segmento industrial é que seu processo produtivo é classificado como contínuo e apresenta arranjo físico por produto, o que confere ao sistema um alto volume de produção e baixa variedade de produto. Portanto, torna-se essencial um alto desempenho em disponibilidade de equipamentos, pois perdas de tempo por falhas em máquinas e, conseqüentemente, intervenções para manutenção representam, muitas vezes, além de custos não previstos um desperdício que não poderá ser recuperado.

Uma descrição simplificada da produção e das etapas dos processos da empresa pode ser vista na Figura 22, que representa o fluxograma simplificado do processamento.

Figura 22: Fluxograma simplificado do processamento de frutas tropicais



Fonte: Elaborada pelo autor

O fluxograma apresentado na figura 22 foi resumido, agrupando as operações e equipamentos nas seis categorias básicas para a elaboração da pesquisa.

Os equipamentos estão posicionados conforme a sequência de operações, sendo os processos conexos e interdependentes uns aos outros. É baixo o nível de estoque em

processo. Em geral os processos são automatizados, trabalhando ininterruptamente. A tecnologia tem alterado substancialmente os processos produtivos fabris, tanto no sentido de permitir mais automação, com evidente impacto na produtividade e na consistência e confiabilidade da produção, quanto no desafio do tradicional *trade-off* entre eficiência e flexibilidade de processos. Produção em grande escala, sistemas produtivos são organizados de forma a padronizar mais facilmente os recursos produtivos (máquinas, homens e materiais) e os métodos de trabalho e controles, contribuindo para uma maior eficiência do sistema, com conseqüente redução dos custos.

A medição de paradas e perdas de tempo foi monitorada na última etapa – envase – considerada gargalo da linha. Ou seja, somente foram apontadas paradas de equipamentos que provocaram uma interrupção no envase de produto, mesmo que o equipamento esteja posicionado em outra etapa da linha de produção. Os períodos em que ocorreram as medições apresentam as seguintes características:

- a) Período 1: safra 2010/2011 – janeiro de 2011

Duração total: 4 semanas

Tempo total disponível para a produção (programado): 136 horas por semana, portanto total de 544 horas (ou 32640 minutos) no período

Fruta processada: manga Tommy

- b) Período 2: safra 2011/2012 – janeiro de 2012

Duração total: 4 semanas

Tempo total disponível para a produção (programado): 136 horas por semana, portanto total de 544 horas (ou 32640 minutos) no período.

Fruta processada: manga Tommy

Portanto, as medições e levantamento de dados ocorreram em condições idênticas do ponto de vista de processo, com os mesmos equipamentos.

A partir dos registros emitidos pelos operadores de máquinas, foram elaboradas as folhas de verificação correspondentes aos períodos 1 (safra 2010/2011) e 2 (safra 2011/2012). As tabelas 2 e 3 apresentam os dados de paradas, considerando a categoria – “OP” (Operacional, quando a parada foi ocasionada por falha humana), “M” (Manutenção, quando a parada foi ocasionada por falha de equipamento), “Q” (Qualidade, quando a parada foi ocasionada por desvio de especificações) e “O”(Outros, quando a parada foi ocasionada por outros fatores, como por exemplo falta

de energia elétrica do fornecedor), número de vezes que ocorreram no período, tempo de duração em cada ocorrência, total de vezes que ocorreram e somatória dos tempos.

Tabela 2: Registros de paradas de processo no período 1 – safra 2010/2011

| Descrição das paradas | Categoria | Ocorrência | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | freq | Tempo |
|---|-----------|------------|-----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|-------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 25 | | | | | | | |
| Brix baixo no concentrador | OP | 22 | 4 | 10 | 7 | 11 | 2 | 9 | 9 | 23 | 8 | 15 | 5 | 9 | 5 | 10 | 8 | 10 | 10 | - | - | - | - | - | - | 18 | 177 | |
| Falta de vapor | OP | 16 | 26 | 15 | 15 | 30 | 20 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 137 | |
| Manutenção despolpador | M | 108 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 108 | |
| Manutenção no baterdor | M | 32 | 28 | 22 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 102 | |
| Falta de ar comprimido | OP | 6 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 20 | |
| Manutenção mesa de seleção | M | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 100 | |
| Manutenção na cabeça asséptica | M | 10 | 6 | 15 | 46 | 17 | 8 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 109 | |
| Vazamento de produto | M | 5 | 10 | 24 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 44 | |
| Manutenção filtro de produto | M | 30 | 20 | 30 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 94 | |
| Escaldador entupido | OP | 7 | 5 | 80 | 14 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 116 | |
| Falta de produto - nível baixo tanque blender | OP | 13 | 25 | 21 | 31 | 15 | 18 | 23 | 26 | 21 | 19 | 20 | 31 | 22 | 17 | 10 | 27 | 55 | 30 | 30 | - | - | - | - | - | 19 | 454 | |
| Manutenção rosca de bagaço | M | 184 | 86 | 16 | 41 | 15 | 5 | 154 | 31 | 21 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 565 | |
| Problema no sensor de nível evaporador | M | 109 | 27 | 8 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 146 | |
| Manutenção moinho | M | 15 | 15 | 24 | 28 | 53 | 18 | 11 | 30 | 31 | 26 | 22 | 37 | 67 | 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14 | 394 | |
| Manutenção bomba de envase de produto | M | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 70 | |
| Manutenção esteira de roletes | M | 47 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 81 | |
| Problemas com matéria prima | Q | 23 | 15 | 20 | 20 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 88 | |
| Manutenção esteira da escova | M | 28 | 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 45 | |
| Manutenção no virador de caixas | M | 75 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 87 | |
| Manutenção bomba de água servida | M | 30 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 34 | |
| Falta de água | OP | 28 | 45 | 30 | 60 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 208 | |
| Manutenção painel planta asséptica | M | 19 | 607 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 626 | |
| Desarme de bomba nos blenders | OP | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 40 | |
| Manutenção bomba de saída baterdor | M | 36 | 34 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 117 | |
| Troca de bomba do desaerador | M | 85 | 42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 127 | |
| Checagem no PT 100 da cabeça 2 | M | 70 | 42 | 19 | 30 | 10 | 10 | 5 | 5 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 195 | |
| Manutenção inativador enzimático | M | 23 | 14 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 | 90 | |
| Manutenção na esteira de seleção | M | 26 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 46 | |
| Queda de energia | O | 9 | 120 | 10 | 15 | 15 | 10 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 | 217 | |
| Manutenção compressor de ar | M | 200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 200 | |
| Manutenção decanter | M | 75 | 64 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 199 | |
| Manutenção bomba evaporador | M | 50 | 61 | 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 139 | |
| Manutenção painel de controle evaporador | M | 18 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 29 | |
| Regulagem de pinças envase asséptico | M | 40 | 4 | 10 | 7 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 71 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Total | 178 | 5275 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando a Tabela 2, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- a) O total de tempo das paradas (tempo perdido na produção) no período foi de 5275 minutos, que corresponde a 16,16% do tempo total programado
- b) O número total de ocorrências (paradas) foi de 178
- c) O motivo de parada que mais vezes ocorreu (maior frequência) foi “falta de produto – nível baixo tanque “blender”, com 19 vezes, que corresponde a 10,67% das ocorrências
- d) O motivo de paradas que representou mais tempo perdido foi “manutenção painel de controle planta asséptica” com 626 minutos, que corresponde a 11,87% do total de tempo perdido, ou 1,92% do tempo total programado no período.
- e) A categoria que ocorreu com mais frequência foi manutenção, com 102 vezes, ou 57,30% do total, totalizando 3623 minutos, equivalente a 68,68% do tempo perdido total, ou 11,10% do tempo total programado.

Tabela 3: Registros de paradas de processo no período 2 – safra 2011/2012

| Descrição das paradas | categoria | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 16 | freq | total |
|--|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|-------------|
| Manutenção na esteira de lavagem de frutas | M | 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 27 |
| Manutenção bomba evaporador | M | 120 | 50 | 56 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 226 |
| Manutenção sensor de nível evaporador | M | 32 | 26 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 62 |
| Aguardando regular o brix do concentrador | OP | 14 | 17 | 23 | 10 | 19 | 25 | 10 | 13 | 14 | 22 | - | 10 | 167 |
| Problema com matéria prima | Q | 25 | 10 | 15 | 20 | 10 | - | - | - | - | - | - | 5 | 80 |
| Queda de energia | O | 4 | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 20 | - | - | - | - | 7 | 99 |
| Manutenção painel de controle planta asséptica | M | 279 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 279 |
| Manutenção painel elétrico finisher | M | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 8 |
| Falta de empilhadeira | OP | 10 | 7 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 21 |
| Regulagem sensores envasadora | M | 13 | 36 | 48 | 8 | 5 | 49 | 24 | 16 | - | - | - | 8 | 199 |
| Manutenção na cabeça asséptica | M | 10 | 50 | 37 | 7 | 8 | - | - | - | - | - | - | 5 | 112 |
| Manutenção rosca de bagaço | M | 138 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 138 |
| Manutenção na bomba pistão | M | 110 | 33 | 20 | 12 | 30 | 20 | - | - | - | - | - | 6 | 225 |
| Queda de temperatura | OP | 2 | 2 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 9 |
| Manutenção bomba alimentação evaporador | M | 30 | 18 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 63 |
| Manutenção da bomba do batedor | M | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 36 |
| Falha bomba alimentação de água caldeira | M | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 15 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 62 | 1766 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando a Tabela 3 pode-se chegar às seguintes conclusões:

- a) O total de tempo das paradas (tempo perdido na produção) no período foi de 1766 minutos, que corresponde a 5,4% do tempo total programado
- b) O número total de ocorrências (paradas) foi de 62.
- c) O motivo de parada que mais vezes ocorreu (maior frequência) foi “aguardando regular o brix do concentrador”, com 10 vezes, que corresponde a 16,13% das ocorrências
- d) O motivo de paradas que representou mais tempo perdido foi “manutenção painel de controle planta asséptica” com 279 minutos, que corresponde a 15,79% do total de tempo perdido, ou 0,85% do tempo total programado no período.
- e) A categoria que ocorreu com mais frequência foi manutenção, com 12 vezes, ou 19,3% do total, totalizando 1390 minutos, equivalente a 78,70% do tempo perdido total, ou 4,26% do tempo total programado.

Após a elaboração das tabelas e estratificação dos dados, foram elaborados “Gráficos de Pareto” referentes aos dois períodos, visando facilitar a comparação, evolução dos dados e auxiliar no processo de gestão dos mesmos.

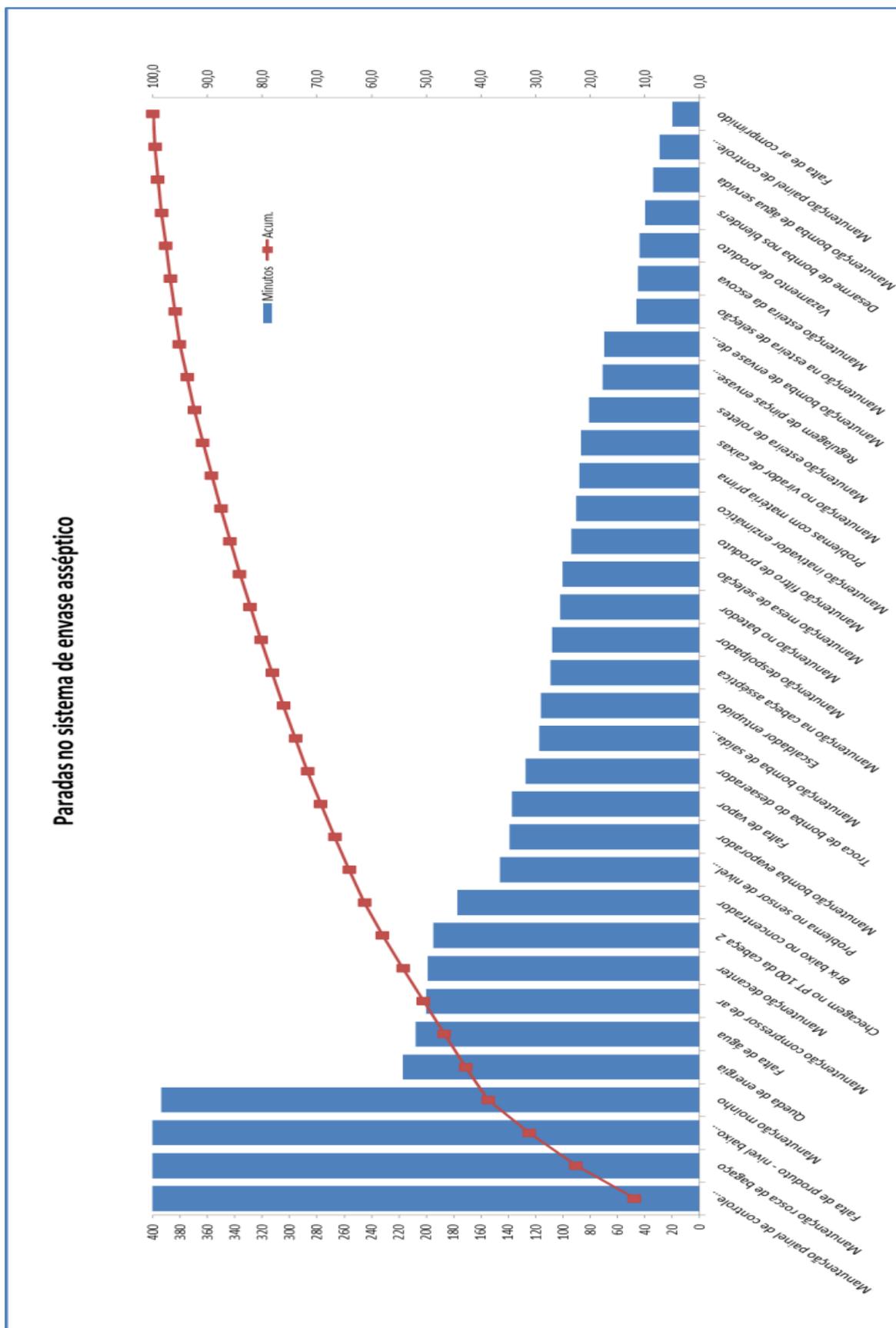
A Tabela 4 e a Figura 23 ilustram os dados em ordem decrescente de tempo de parada e o Gráfico Pareto para o período 1 – safra 2010/2011.

Tabela 4: Paradas de processo em ordem decrescente no período 1

| Descrição das paradas | Minutos | % | Acum. |
|--|---------|------|-------|
| Manutenção painel de controle planta asséptica | 626 | 11,9 | 11,9 |
| Manutenção rosca de bagaço | 565 | 10,7 | 22,6 |
| Falta de produto - nível baixo tanque blender | 454 | 8,6 | 31,2 |
| Manutenção moinho | 394 | 7,5 | 38,7 |
| Queda de energia | 217 | 4,1 | 42,8 |
| Falta de água | 208 | 3,9 | 46,7 |
| Manutenção compressor de ar | 200 | 3,8 | 50,5 |
| Manutenção decanter | 199 | 3,8 | 54,3 |
| Chechagem no PT 100 da cabeça 2 | 195 | 3,7 | 58,0 |
| Brix baixo no concentrador | 177 | 3,4 | 61,3 |
| Problema no sensor de nível evaporador | 146 | 2,8 | 64,1 |
| Manutenção bomba evaporador | 139 | 2,6 | 66,7 |
| Falta de vapor | 137 | 2,6 | 69,3 |
| Troca de bomba do desaerador | 127 | 2,4 | 71,7 |
| Manutenção bomba de saída batedor | 117 | 2,2 | 74,0 |
| Escaldador entupido | 116 | 2,2 | 76,2 |
| Manutenção na cabeça asséptica | 109 | 2,1 | 78,2 |
| Manutenção despulpador | 108 | 2,0 | 80,3 |
| Manutenção no batedor | 102 | 1,9 | 82,2 |
| Manutenção mesa de seleção | 100 | 1,9 | 84,1 |
| Manutenção filtro de produto | 94 | 1,8 | 85,9 |
| Manutenção inativador enzimático | 90 | 1,7 | 87,6 |
| Problemas com matéria prima | 88 | 1,7 | 89,3 |
| Manutenção no virador de caixas | 87 | 1,6 | 90,9 |
| Manutenção esteira de roletes | 81 | 1,5 | 92,4 |
| Regulagem de pinças envase asséptico | 71 | 1,3 | 93,8 |
| Manutenção bomba de envase de produto | 70 | 1,3 | 95,1 |
| Manutenção na esteira de seleção | 46 | 0,9 | 96,0 |
| Manutenção esteira da escova | 45 | 0,9 | 96,8 |
| Vazamento de produto | 44 | 0,8 | 97,7 |
| Desarme de bomba nos blenders | 40 | 0,8 | 98,4 |
| Manutenção bomba de água servida | 34 | 0,6 | 99,1 |
| Manutenção painel de controle evaporador | 29 | 0,5 | 99,6 |
| Falta de ar comprimido | 20 | 0,4 | 100,0 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 23: Gráfico de Pareto das paradas de processo no período 1.



Fonte: Elaborada pelo autor

O Gráfico de Pareto permite uma melhor visualização do impacto que as principais causas representam no processo, facilitando a elaboração de estratégias de combate às falhas mais frequentes e de maior impacto. O gráfico mostra que as duas principais causas de perda de tempo estão ligadas à área de manutenção industrial, porém a terceira é de ordem operacional (falta de produto – nível baixo do tanque blender), indicando deficiência na gestão de produção ou desbalanceamento da linha em termos de capacidades dos diversos setores.

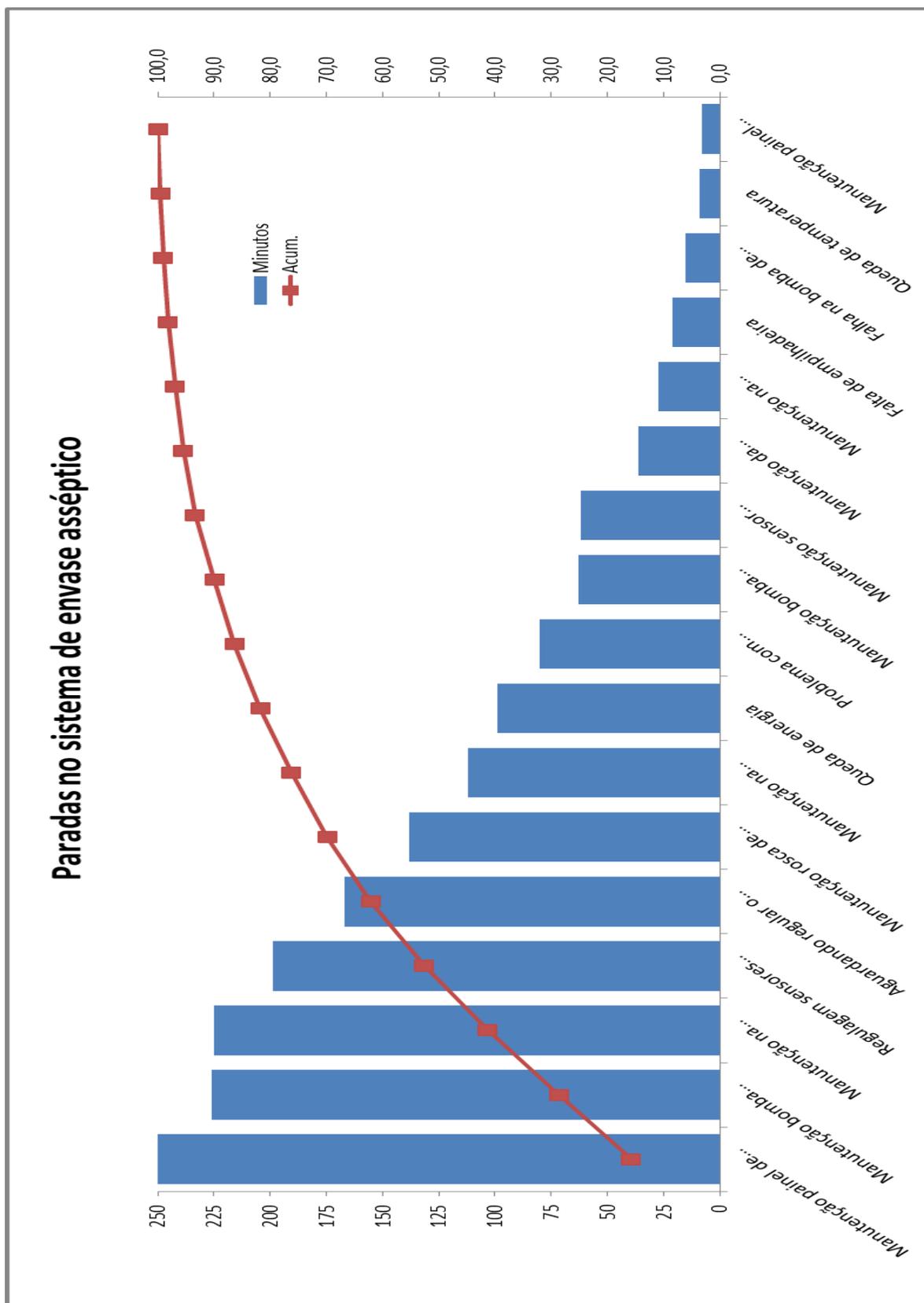
A Tabela 5 e a Figura 24 ilustram os dados em ordem decrescente de tempo de parada e o Gráfico Pareto para o período 2: safra 2011/2012.

Tabela 5: Paradas de processo em ordem decrescente no período 2

| Descrição das paradas | Minutos | % | Acum. |
|---|---------|------|-------|
| Manutenção painel de controle planta asséptica | 279 | 15,8 | 15,8 |
| Manutenção bomba evaporador | 226 | 12,8 | 28,6 |
| Manutenção na bomba pistão | 225 | 12,7 | 41,3 |
| Regulagem sensores envasadora | 199 | 11,3 | 52,6 |
| Aguardando regular o brix do concentrador | 167 | 9,5 | 62,1 |
| Manutenção rosca de bagaço | 138 | 7,8 | 69,9 |
| Manutenção na cabeça asséptica | 112 | 6,3 | 76,2 |
| Queda de energia | 99 | 5,6 | 81,8 |
| Problema com matéria prima | 80 | 4,5 | 86,4 |
| Manutenção bomba alimentação evaporador | 63 | 3,6 | 89,9 |
| Manutenção sensor de nível evaporador | 62 | 3,5 | 93,4 |
| Manutenção da bomba do batedor | 36 | 2,0 | 95,5 |
| Manutenção na esteira de lavação de frutas | 27 | 1,5 | 97,0 |
| Falta de empilhadeira | 21 | 1,2 | 98,2 |
| Falha na bomba de alimentação de água da caldeira | 15 | 0,8 | 99,0 |
| Queda de temperatura | 9 | 0,5 | 99,5 |
| Manutenção painel elétrico finisher | 8 | 0,5 | 100,0 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 24: Gráfico de Pareto das paradas de processo no período 2.



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 24 - gráfico de Pareto referente ao período 2 - mostra que as quatro principais causas de perda de tempo estão ligadas à área de manutenção industrial, sendo esta a causa predominante entre todas no período, demonstrando que houve uma evolução geral na gestão de produção, com redução expressiva no acumulado de perda de tempo, que indica aumento considerável no índice de disponibilidade da planta, porém é preciso focalizar as ações na gestão da área de manutenção.

Para complemento e aprofundamento dos estudos, a seguir serão demonstradas outras avaliações estatísticas dos dados, visando facilitar a compreensão dos mesmos, sua evolução, identificar causas prováveis e conseqüentemente auxiliar a direção da empresa no processo de tomada de decisão.

A empresa trabalha com três turnos de produção. Os tempos de paradas devido a falhas dos equipamentos foram classificadas em sete tipos: máquinas M1 (descarga de frutas); M2 (moagem); M3 (despolpamento); M4 (concentração); M5 (envase); M6 (resíduos) e M7 (utilidades), que podem ser afetadas por alguns fatores como safra (1 para período 2010/2011) e 2 para período 2011/2012); tipo de equipamento (E para máquina elétrica); M para máquina mecânica) e turno (1 (primeiro), 2(segundo), 3 (terceiro).

A partir dos registros emitidos pelos operadores de máquinas, e a tabulação dos dados, que geraram as tabelas 4 e 5, foram elaboradas duas outras tabelas considerando apenas as ocorrências de paradas de máquinas para manutenção, de acordo com os critérios mencionados no parágrafo anterior.

A tabela 6 mostra os apontamentos referentes ao período 1 – safra 2010/2011.

Tabela 6: Paradas de processo para manutenção durante o período 1 – safra 2010/2011

| Safra | Máquina / área | Tipo | Turno | Ocorrência (sequencial) | Perda tempo (min) | Perda tempo acumulado |
|-------|----------------|------|-------|-------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 | M1 | M | 1 | 1 | 100 | 100 |
| 1 | M1 | E | 1 | 2 | 26 | 126 |
| 1 | M1 | M | 2 | 3 | 28 | 154 |
| 1 | M1 | M | 2 | 4 | 12 | 166 |
| 1 | M1 | M | 3 | 5 | 20 | 186 |
| 1 | M1 | M | 1 | 6 | 4 | 190 |
| 1 | M1 | M | 3 | 7 | 75 | 265 |
| 1 | M1 | M | 1 | 8 | 30 | 295 |
| 1 | M1 | M | 1 | 9 | 17 | 312 |
| 1 | M2 | M | 2 | 10 | 6 | 318 |
| 1 | M2 | M | 2 | 11 | 23 | 341 |
| 1 | M2 | M | 3 | 12 | 7 | 348 |
| 1 | M2 | M | 3 | 13 | 108 | 456 |
| 1 | M2 | M | 2 | 14 | 6 | 462 |
| 1 | M2 | M | 1 | 15 | 14 | 476 |
| 1 | M2 | M | 1 | 16 | 7 | 483 |
| 1 | M2 | M | 2 | 17 | 10 | 493 |
| 1 | M2 | M | 2 | 18 | 9 | 502 |
| 1 | M2 | M | 2 | 19 | 8 | 510 |
| 1 | M3 | M | 3 | 20 | 64 | 574 |
| 1 | M3 | M | 1 | 21 | 5 | 579 |
| 1 | M3 | M | 3 | 22 | 32 | 611 |
| 1 | M3 | E | 3 | 23 | 36 | 647 |
| 1 | M3 | E | 1 | 24 | 60 | 707 |
| 1 | M3 | E | 2 | 25 | 10 | 717 |
| 1 | M3 | E | 1 | 26 | 28 | 745 |
| 1 | M3 | E | 1 | 27 | 75 | 820 |
| 1 | M3 | M | 3 | 28 | 24 | 844 |
| 1 | M3 | M | 2 | 29 | 20 | 864 |
| 1 | M3 | M | 2 | 30 | 22 | 886 |
| 1 | M3 | M | 3 | 31 | 34 | 920 |
| 1 | M3 | M | 3 | 32 | 18 | 938 |
| 1 | M3 | E | 3 | 33 | 29 | 967 |
| 1 | M3 | E | 1 | 34 | 5 | 972 |
| 1 | M4 | E | 1 | 35 | 2 | 974 |
| 1 | M4 | M | 2 | 36 | 61 | 1035 |
| 1 | M4 | M | 2 | 37 | 27 | 1062 |
| 1 | M4 | M | 1 | 38 | 50 | 1112 |
| 1 | M4 | E | 3 | 39 | 109 | 1221 |
| 1 | M4 | M | 3 | 40 | 28 | 1249 |
| 1 | M4 | M | 2 | 41 | 18 | 1267 |
| 1 | M4 | M | 1 | 42 | 8 | 1275 |
| 1 | M4 | M | 2 | 43 | 6 | 1281 |
| 1 | M4 | M | 1 | 44 | 5 | 1286 |
| 1 | M5 | M | 3 | 45 | 70 | 1356 |
| 1 | M5 | E | 3 | 46 | 607 | 1963 |
| 1 | M5 | E | 3 | 47 | 10 | 1973 |
| 1 | M5 | E | 2 | 48 | 6 | 1979 |
| 1 | M5 | E | 1 | 49 | 15 | 1994 |
| 1 | M5 | E | 1 | 50 | 46 | 2040 |
| 1 | M5 | E | 1 | 51 | 17 | 2057 |
| 1 | M5 | E | 3 | 52 | 14 | 2071 |
| 1 | M5 | E | 3 | 53 | 20 | 2091 |
| 1 | M5 | E | 2 | 54 | 30 | 2121 |
| 1 | M5 | E | 3 | 55 | 85 | 2206 |
| 1 | M5 | E | 1 | 56 | 35 | 2241 |
| 1 | M5 | E | 2 | 57 | 34 | 2275 |
| 1 | M5 | E | 3 | 58 | 4 | 2279 |
| 1 | M5 | E | 2 | 59 | 10 | 2289 |
| 1 | M5 | E | 2 | 60 | 5 | 2294 |
| 1 | M5 | E | 1 | 61 | 7 | 2301 |
| 1 | M5 | E | 1 | 62 | 42 | 2343 |
| 1 | M5 | M | 1 | 63 | 8 | 2351 |
| 1 | M5 | M | 1 | 64 | 40 | 2391 |
| 1 | M5 | M | 2 | 65 | 7 | 2398 |
| 1 | M5 | M | 2 | 66 | 42 | 2440 |
| 1 | M5 | E | 3 | 67 | 19 | 2459 |
| 1 | M5 | E | 3 | 68 | 5 | 2464 |
| 1 | M6 | M | 3 | 69 | 16 | 2480 |
| 1 | M6 | M | 2 | 70 | 15 | 2495 |
| 1 | M6 | M | 3 | 71 | 15 | 2510 |
| 1 | M6 | M | 1 | 72 | 24 | 2534 |
| 1 | M6 | M | 2 | 73 | 15 | 2549 |
| 1 | M6 | M | 2 | 74 | 184 | 2733 |
| 1 | M6 | M | 1 | 75 | 28 | 2761 |
| 1 | M6 | M | 3 | 76 | 41 | 2802 |
| 1 | M6 | M | 3 | 77 | 53 | 2855 |
| 1 | M6 | M | 3 | 78 | 18 | 2873 |
| 1 | M6 | M | 1 | 79 | 11 | 2884 |
| 1 | M6 | M | 1 | 80 | 30 | 2914 |
| 1 | M6 | M | 2 | 81 | 31 | 2945 |
| 1 | M6 | M | 1 | 82 | 26 | 2971 |
| 1 | M6 | M | 2 | 83 | 22 | 2993 |
| 1 | M6 | M | 2 | 84 | 86 | 3079 |
| 1 | M6 | M | 3 | 85 | 37 | 3116 |
| 1 | M6 | M | 1 | 86 | 5 | 3121 |
| 1 | M6 | M | 1 | 87 | 31 | 3152 |
| 1 | M6 | M | 3 | 88 | 17 | 3169 |
| 1 | M6 | M | 3 | 89 | 21 | 3190 |
| 1 | M6 | M | 3 | 90 | 12 | 3202 |
| 1 | M6 | M | 2 | 91 | 67 | 3269 |
| 1 | M6 | M | 2 | 92 | 154 | 3423 |
| 1 | M7 | E | 2 | 93 | 200 | 3623 |

Fonte: Elaborada pelo autor

A tabela 6 demonstra, a partir de variáveis diversas, todas as paradas de máquina por falha, ou seja, para manutenção, ocorridas no período 1 – safra 010/2011, totalizando 3623 minutos.

A tabela 7 mostra os apontamentos referentes ao período 2 – safra 2011/2012.

Tabela 7: Paradas de processo para manutenção durante o período 2 – safra 2011/2012

| Safra | Máquina / área | Tipo | Turno | Ocorrência (sequencial) | Perda tempo (min) | Perda tempo acumulado |
|-------|----------------|------|-------|-------------------------|-------------------|-----------------------|
| 2 | M1 | M | 1 | 1 | 27 | 27 |
| 2 | M2 | M | 1 | 2 | 36 | 63 |
| 2 | M3 | E | 3 | 3 | 8 | 71 |
| 2 | M4 | M | 1 | 4 | 120 | 191 |
| 2 | M4 | M | 1 | 5 | 4 | 195 |
| 2 | M4 | M | 3 | 6 | 50 | 245 |
| 2 | M4 | M | 2 | 7 | 56 | 301 |
| 2 | M4 | M | 2 | 8 | 26 | 327 |
| 2 | M4 | M | 1 | 9 | 32 | 359 |
| 2 | M5 | M | 1 | 10 | 15 | 374 |
| 2 | M5 | E | 3 | 11 | 279 | 653 |
| 2 | M5 | E | 2 | 12 | 13 | 666 |
| 2 | M5 | E | 1 | 13 | 36 | 702 |
| 2 | M5 | M | 1 | 14 | 18 | 720 |
| 2 | M5 | E | 1 | 15 | 10 | 730 |
| 2 | M5 | E | 2 | 16 | 50 | 780 |
| 2 | M5 | E | 3 | 17 | 37 | 817 |
| 2 | M5 | E | 3 | 18 | 7 | 824 |
| 2 | M5 | E | 3 | 19 | 8 | 832 |
| 2 | M5 | E | 2 | 20 | 48 | 880 |
| 2 | M5 | E | 3 | 21 | 8 | 888 |
| 2 | M5 | E | 1 | 22 | 5 | 893 |
| 2 | M5 | E | 1 | 23 | 49 | 942 |
| 2 | M5 | E | 2 | 24 | 24 | 966 |
| 2 | M5 | E | 2 | 25 | 30 | 996 |
| 2 | M5 | E | 1 | 26 | 16 | 1012 |
| 2 | M5 | M | 3 | 27 | 110 | 1122 |
| 2 | M5 | M | 3 | 28 | 33 | 1155 |
| 2 | M5 | M | 2 | 29 | 20 | 1175 |
| 2 | M5 | M | 1 | 30 | 12 | 1187 |
| 2 | M5 | M | 2 | 31 | 30 | 1217 |
| 2 | M5 | M | 1 | 32 | 20 | 1237 |
| 2 | M6 | M | 3 | 33 | 138 | 1375 |
| 2 | M7 | E | 1 | 34 | 15 | 1390 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Após uma análise não aprofundada, já é possível constatar uma evolução no índice de disponibilidade da planta, uma vez que em períodos equivalentes, a perda de tempo por manutenção foi de 1390 minutos no período 2, contra 3623 no período 1. Porém, a utilização de outras ferramentas facilitará a compreensão dos dados.

As estatísticas descritivas desses dados são apresentadas na Tabela 08. A Figura 20 apresenta os gráficos *box-plots* dos tempos médios entre chegadas diárias, obtidos a partir do *software* MINITAB versão 14.

Pela Tabela 8 e pela Figura 25 é possível inferir que há grande variabilidade nos tempos de paradas, devido a falhas, e a empresa tem grande interesse em identificar os fatores que afetam essa variabilidade. Isso também é confirmado pelos gráficos *box-plots* apresentados na Figura 25, onde se pode observar que a distribuição para os tempos de paradas tem forma assimétrica.

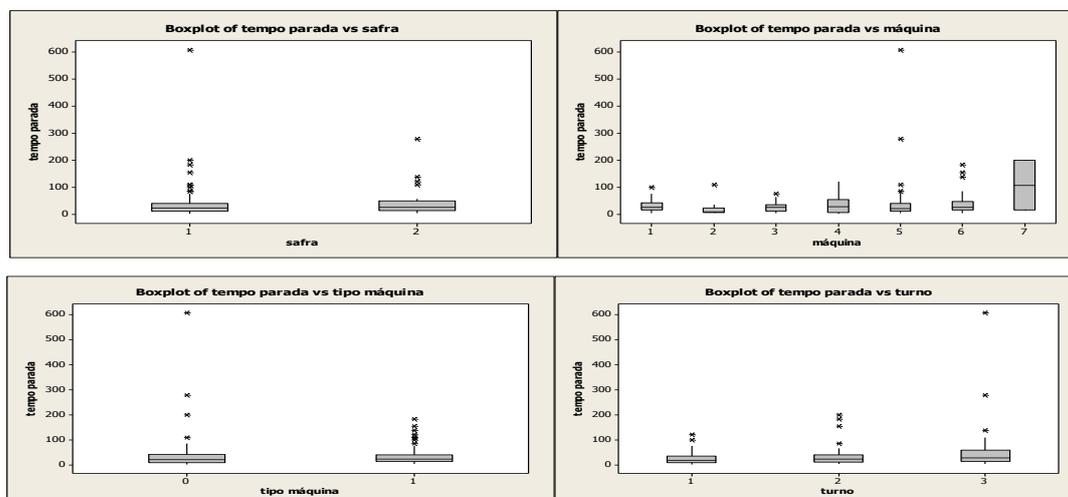
Tabela 8: Estatísticas descritivas para os tempos de paradas t_i (min)

| Fatores | | N | média | D.P. | mínimo | mediana | máximo |
|-----------------|---|----|-------|-------|--------|---------|--------|
| Saфра | 1 | 93 | 38,96 | 69,7 | 2 | 22 | 607 |
| | 2 | 34 | 40,88 | 52,74 | 4 | 26,5 | 279 |
| Máquina | 1 | 10 | 33,9 | 29,95 | 4 | 26,5 | 100 |
| | 2 | 11 | 21,27 | 30,2 | 6 | 9 | 108 |
| | 3 | 16 | 29,38 | 21 | 5 | 26 | 75 |
| | 4 | 16 | 37,63 | 35,75 | 2 | 27,5 | 120 |
| | 5 | 47 | 43,7 | 94,2 | 4 | 20 | 607 |
| | 6 | 25 | 43,88 | 47,36 | 5 | 26 | 184 |
| | 7 | 2 | 107,5 | 130,8 | 15 | 107,5 | 200 |
| Tipo de máquina | 0 | 47 | 47,5 | 97,1 | 2 | 20 | 607 |
| | 1 | 80 | 34,74 | 35,65 | 4 | 23,5 | 184 |
| Turno | 1 | 46 | 26,43 | 24,44 | 2 | 19 | 120 |
| | 2 | 40 | 36,78 | 45,41 | 5 | 22,5 | 200 |
| | 3 | 41 | 56,7 | 101,4 | 4 | 28 | 607 |

(D. P. são desvios- padrões de t_i)

Fonte: Elaborada pelo autor

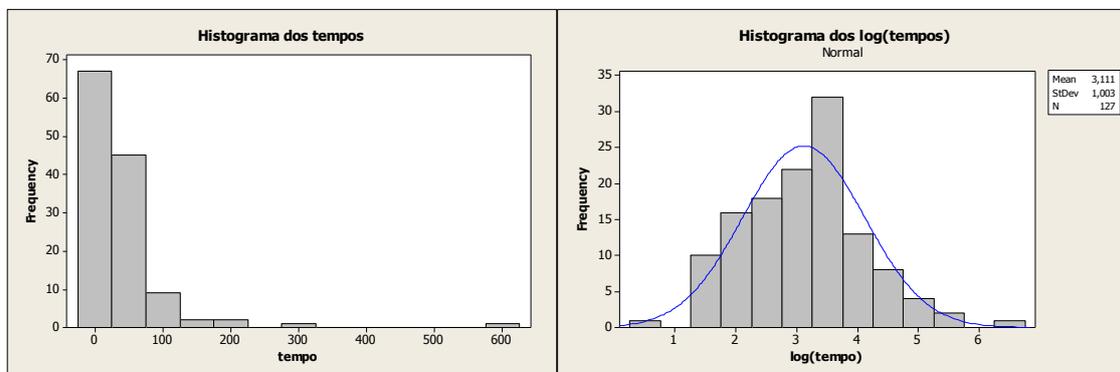
Figura 25: *Box-plots* para os tempos de paradas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Na Figura 26 têm-se os histogramas de todos tempos de paradas originais e transformados (escala logarítmica). Observa-se melhor simetria para os dados transformados (normalidade aproximada).

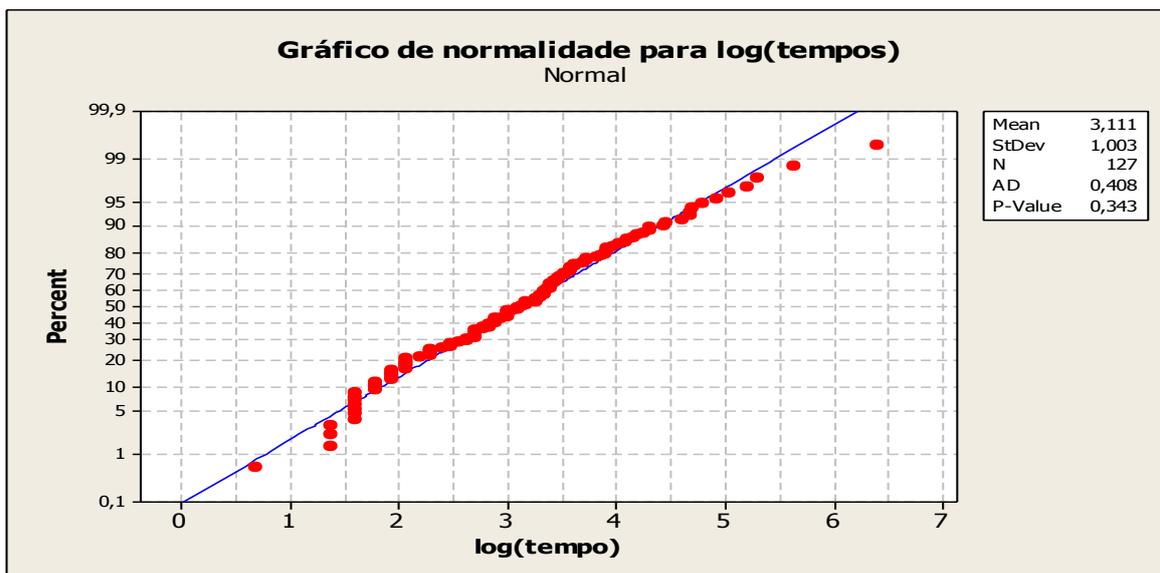
Figura 26: Histogramas para os tempos de paradas originais e transformados (escala logarítmica).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 27, têm-se o gráfico de probabilidade normal para os dados transformados (escala logarítmica); por esse gráfico observa-se normalidade aproximada para os dados transformados (relação aproximadamente linear).

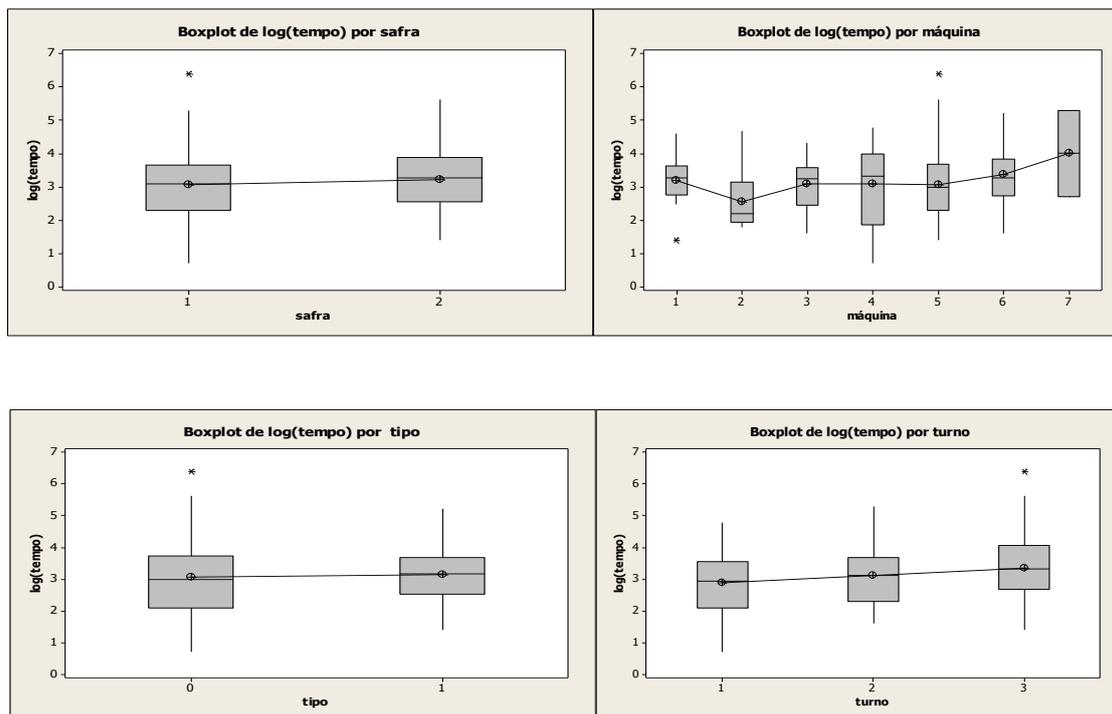
Figura 27: Gráfico de probabilidade normal para os dados transformados(escala logarítmica).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 28, têm-se os *box-plots* dos logaritmos dos tempos de paradas.

Figura 28: Box- plots para os logaritmos dos tempos de paradas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para descobrir quais fatores são significativos nos tempos de paradas, foi assumida uma análise estatística mais elaborada para os dados.

5.2.1.2 Análise estatística para os tempos de paradas

Inicialmente foi considerado um modelo de análise de variância com uma classificação considerando as variáveis qualitativas máquinas, tipos de máquinas, safra e turnos para os dados transformados (logaritmos dos tempos de paradas) usando o *software* MINITAB. Na Tabela 09 estão os resultados dessa análise estatística.

Tabela 9: Análise de variância para os logaritmos dos tempos de paradas

| | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----|---------|-------|------|-------|
| (1) safra | Fonte | GL | SQ | QM | F | P |
| | safra | 1 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,453 |
| | Error | 125 | 126,23 | 1,01 | | |
| | Total | 126 | 126,8 | | | |
| (2) máquina | Fonte | GL | SQ | QM | F | P |
| | máquina | 6 | 6,98 | 1,163 | 1,17 | 0,33 |
| | Error | 120 | 119,825 | 0,999 | | |
| | Total | 126 | 126,805 | | | |
| (3) tipo de máquina | Fonte | GL | SQ | QM | F | P |
| | tipo de máquina | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,654 |
| | Error | 125 | 126,6 | 1,01 | | |
| | Total | 126 | 126,8 | | | |
| (4) turno | Fonte | GL | SQ | QM | F | P |
| | turno | 2 | 4,784 | 2,392 | 2,43 | 0,092 |
| | Error | 124 | 122,021 | 0,984 | | |
| | Total | 126 | 126,805 | | | |

(G.L. são graus de liberdade; SQ são somas de quadrados; Q.M. são quadrados médios; F é o valor de referencia para a distribuição F de Snedecor; P é o valor-p)

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dos resultados da Tabela 9, observa-se que o fator turno leva a alguma diferença significativa entre os tempos de paradas (escala logarítmica) pois o valor-p é igual a 0,092 (significante em um nível de significância igual a 10%). Os outros fatores não mostram diferenças significativas entre os níveis de cada fator.

Como uma segunda análise estatística dos dados, foi considerado um modelo de regressão linear múltipla assumindo erros independentes com distribuição normal $N(0, \sigma^2)$ com variância σ^2 constante. As variáveis respostas são dadas pelos logaritmos dos tempos de paradas e as variáveis explanatórias independentes são dadas por:

uma variável “dummy” ou categórica para de tipo máquina (mecânica=1, 0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para safra(safra1=1, 0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 1 (M1=1, 0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 2(M2=1,0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 3(M3=1,0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 4(M4=1,0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 5(M5=1,0=outra

parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para máquina 6 (M6=1, 0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para turno 1 (turno1=1, 0=outra parte); uma variável “dummy” ou categórica indicadora para turno 2 (turno 2=1, 0=outra parte) e o seguinte modelo de regressão linear múltipla ajustado por mínimos quadrados (uso do *software* MINITAB):

$$\begin{aligned} \log(\text{tempo parada}) = & 4,48 - 0,249 \text{ indicador safra1=1} \\ & - 0,831 \text{ indicador máquina M1=1} - 1,57 \text{ indicador máquina M2=1} \\ & - 1,01 \text{ indicador máquina M3=1} - 1,05 \text{ indicador máquina M4=1} \\ & - 1,08 \text{ indicador máquina M5=1} - 0,776 \text{ indicador máquina M6=1} \\ (1) & \\ & - 0,497 \text{ indicador turno 1=1} - 0,207 \text{ indicador turno 2=1} \\ & + 0,118 \text{ tipo máquina mecânica=1} \end{aligned}$$

Na Tabela 10, têm-se as estimativas obtidas, os erros-padrões das estimativas de mínimos quadrados, os valores de referencia da distribuição t de Student e os valores-p associados a cada parâmetro de regressão.

Tabela 10: Estimativas para os coeficientes de regressão para o modelo de regressão múltipla, considerando os logaritmos dos tempos de paradas

| preditor | | EMQ | EP | T | P |
|-----------|-------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Constante | | 4,4795 | 0,7341 | 6,1 | 0 |
| indicador | safra1=1 | -0,2491 | 0,2254 | -1,11 | 0,271 |
| | máquina M1=1 | -0,8309 | 0,8101 | -1,03 | 0,307 |
| | máquina M2=1 | -1,5687 | 0,8091 | -1,94 | 0,055 |
| | máquina M3=1 | -1,0108 | 0,7676 | -1,32 | 0,19 |
| | máquina M4=1 | -1,0545 | 0,7758 | -1,36 | 0,177 |
| | máquina M5=1 | -1,0846 | 0,7205 | -1,51 | 0,135 |
| | máquina M6=1 | -0,7763 | 0,7837 | -0,99 | 0,324 |
| | turno 1=1 | -0,4969 | 0,2178 | -2,28 | 0,024 |
| | turno 2=1 | -0,2067 | 0,2266 | -0,91 | 0,364 |
| | tipo máquina mecânica=1 | 0,1179 | 0,2492 | 0,47 | 0,637 |

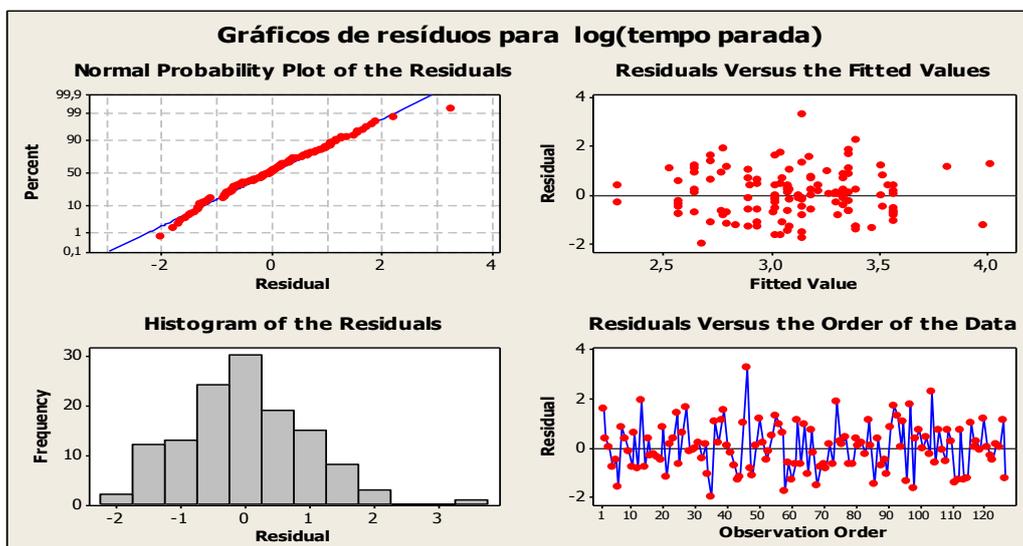
(EMQ são estimadores de mínimos quadrados; EP são erros-padrões das estimativas; T é o valor de referencia para a distribuição t de Student; P é o valor-p).

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dos resultados da Tabela 10, observa-se que o fator turno leva a uma diferença significativa entre os tempos de paradas (escala logarítmica), pois o valor-p associado ao turno 1, quando comparado com os outros turnos é igual a 0,024 (significativo em um nível de significância igual à 5%) isto é, o turno 1 tem tempos menores de paradas das máquinas pois o coeficiente de regressão estimado e associado à variável “dummy”, indicadora de turno 1 tem sinal negativo. Da mesma forma é possível detectar alguma significância da máquina M2, pois o valor-p observado é igual à 0,055 (significância em um nível de significância próximo a 5%).

Na Figura 29 têm-se os gráficos dos resíduos do modelo de regressão ajustado. Observa-se que as suposições para a validade das inferências são verificadas (normalidade dos resíduos e variância constante dos erros).

Figura 29: Gráficos dos resíduos (regressão múltipla).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para uma análise confirmatória dos resultados e das conclusões a serem usados pela indústria de alimentos, foi realizada uma terceira análise estatística dos dados, considerando os tempos de paradas não transformados para a escala logarítmica. Neste caso, assumiu-se uma distribuição de Weibull com dois parâmetros (WEIBULL, 1951; JOHNSON et al, 1994; NELSON, 2004; COLOSIMO; GIOLO, 2006).

Sua função densidade de probabilidade é dada por,

$$f(t_i) = \frac{\alpha t_i^{\alpha-1}}{\lambda^\alpha} \exp\left\{-\left(\frac{t_i}{\lambda}\right)^\alpha\right\}, \quad (2)$$

onde $t_i > 0$ denota os tempos de paradas das máquinas. Os parâmetros λ e α denotam respectivamente, os parâmetros de escala e de forma para a distribuição. Diferentes valores de α levam a diferentes formas para a distribuição o que a torna muito flexível na análise de dados para tempos entre chegadas.

A função de confiabilidade para um tempo t^* é dada por,

$$R(t^*) = P(T > t^*) \quad (3)$$

Observar que (3) representa a probabilidade de um tempo de parada ser maior do que um valor fixado t^* ($t^* \geq 0$).

Assumindo a distribuição de Weibull descrita em (2), tem-se que,

$$R(t^*) = \exp\{ - (t^*/\lambda)^\alpha \} \quad (4)$$

A função de risco $h(t) = f(t)/R(t)$ (ou taxa instantânea de falha) da distribuição de Weibull (COLOSIMO; GIOLO, 2006; NELSON, 2004; MEEKER; ESCOBAR, 1998) é dada por,

$$h(t) = \alpha t^{\alpha-1} / \lambda^\alpha \quad (5)$$

Observar que se $\alpha=1$, tem-se a distribuição exponencial, isto é, a distribuição exponencial é um caso especial da distribuição de Weibull. A função de risco $h(t)$ dada por (5) é estritamente crescente para $\alpha > 1$ (isto é, os tempos de ocorrência do evento de interesse são menores ou duram menos numa linguagem de durabilidade industrial), estritamente decrescente para $\alpha < 1$ (isto é, os tempos de ocorrência do evento de interesse são maiores ou duram mais numa linguagem de durabilidade industrial), e constante para $\alpha = 1$. Assim, observa-se uma grande flexibilidade de ajuste aos dados.

Assumiu-se um modelo de regressão de Weibull para os tempos de parada definido por,

$$\begin{aligned}
& \log(t_i) \\
& = \beta_0 + \beta_1 \text{indicador safra}1_i + \beta_2 \text{indicador máquina M1}_i \\
& + \beta_3 \text{indicador máquina M2}_i + \beta_4 \text{indicador máquina M3}_i \\
& + \beta_5 \text{indicador máquina M4}_i + \beta_6 \text{indicador máquina M5}_i \\
& + \beta_7 \text{indicador máquina M6}_i \\
& + \beta_8 \text{indicador turno}1_i + \beta_9 \text{indicador turno}2_i + \beta_{10} \text{indicador tipo máquina}_i + \sigma \\
& * \varepsilon_i, (6)
\end{aligned}$$

onde t_i são os tempos de paradas; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$ são parâmetros de regressão. O parâmetro σ^* está relacionado com o parâmetro de forma da distribuição de Weibull (2) pela relação $\sigma^* = 1/\alpha$. O termo ε_i em (6) é uma quantidade aleatória com distribuição de valor extremo (NELSON, 2004; LAWLESS, 1982) também definida como distribuição de valor extremo de tipo I (mínimo) ou distribuição de Gumbel (GUMBEL, 1954) com função densidade de probabilidade dada por $f(\varepsilon) = \exp(\varepsilon - \exp(\varepsilon))$, $-\infty < \varepsilon < \infty$.

Também observar que o parâmetro de escala λ definido em (2) está relacionado com as covariáveis a partir da relação,

$$\begin{aligned}
\lambda_i & = \\
& \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{indicador safra}1_i + \beta_2 \text{indicador máquina M1}_i + \\
& \beta_3 \text{indicador máquina M2}_i + \beta_4 \text{indicador máquina M3}_i + \\
& + \beta_5 \text{indicador máquina M4}_i + \beta_6 \text{indicador máquina M5}_i + \\
& \beta_7 \text{indicador máquina M6}_i + \\
& \beta_8 \text{indicador turno}1_i + \beta_9 \text{indicador turno}2_i + \beta_{10} \text{indicador tipo máquina}_i) \quad (7)
\end{aligned}$$

isto é, o modelo de regressão definido por (6) define um modelo de regressão no parâmetro de escala (COLOSIMO GIOLO, 2006) assumindo mesmo parâmetro de forma.

Para o modelo de regressão (6), estimamos os parâmetros de regressão $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$ e o parâmetro σ^* usando métodos de máxima verossimilhança (MOOD; GRAYBILL; BOES, 1974). Estimadores de máxima verossimilhança para os parâmetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$ e σ^* são obtidos maximizando-se a

função de verossimilhança $L(\lambda, \alpha) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i)$ onde $f(\varepsilon_i) = \exp(\varepsilon_i - \exp(\varepsilon_i))$, $i = 1, \dots, n$ e,

$$\sigma * \varepsilon_i = \log(t_i) - [\beta_0 + \beta_1 \text{indicador safra}1_i + \beta_2 \text{indicador máquina M1}_i + \beta_3 \text{indicador máquina M2}_i + \beta_4 \text{indicador máquina M3}_i + \beta_5 \text{indicador máquina M4}_i + \beta_6 \text{indicador máquina M5}_i + \beta_7 \text{indicador máquina M6}_i + \beta_8 \text{indicador turno}1_i + \beta_9 \text{indicador turno}2_i + \beta_{10} \text{indicador tipo máquina}_i] \quad (8)$$

Na prática, em geral maximiza-se o logaritmo da função de verossimilhança na determinação dos estimadores de máxima verossimilhança.

Para a análise dos dados (tempos de paradas), considera-se a distribuição de Weibull com densidade (1) e o modelo de regressão (6). Usando o software MINITAB versão 14, foram obtidos os estimadores de máxima verossimilhança (Tabela 15).

Tabela 11: Estimativas de máxima verossimilhança para os coeficientes de regressão para o modelo de regressão de Weibull

| Preditor | | Coef | E.P. | Z | P | IC 95% normal | |
|---------------------|--------------|-----------|-----------|-------|-------|---------------|-----------|
| | | | | | | inferior | superior |
| Intercepto | | 5,39032 | 0,748632 | 7,2 | 0 | 3,92303 | 6,85761 |
| indicador | máq mecânica | -0,316216 | 0,253245 | -1,25 | 0,212 | -0,812567 | 0,180135 |
| | safra1 | -0,10203 | 0,22027 | -0,46 | 0,643 | -0,533751 | 0,32969 |
| | máquina M1 | -0,870514 | 0,810378 | -1,07 | 0,283 | -2,45882 | 0,717798 |
| | máquina M2 | -1,51327 | 0,798775 | -1,89 | 0,058 | -3,07884 | 0,0523032 |
| | máquina M3 | -1,34496 | 0,753896 | -1,78 | 0,074 | -2,82257 | 0,132648 |
| | máquina M4 | -0,882387 | 0,775862 | -1,14 | 0,255 | -2,40305 | 0,638275 |
| | máquina M5 | -1,14163 | 0,721043 | -1,58 | 0,113 | -2,55485 | 0,27159 |
| | máquina M6 | -0,717971 | 0,759869 | -0,94 | 0,345 | -2,20729 | 0,771345 |
| | turno 1 | -0,794484 | 0,218147 | -3,64 | 0 | -1,22204 | -0,366924 |
| | turno 2 | -0,588971 | 0,232824 | -2,53 | 0,011 | -1,0453 | -0,132643 |
| forma (\square) | | 1,03431 | 0,0667837 | | | 0,911364 | 1,17385 |

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dos resultados da Tabela 11, observa-se, também, que o fator turno leva a uma diferença significativa entre os tempos de paradas (escala logarítmica) pois o

valor-p associado ao turno 1, quando comparado com os outros turnos, é menor do que 0,001 (significância em um nível de significância igual a 5%) e o turno 2 também indica uma diferença significativa (valor-p = 0,011) isto é, os turnos 1 e 2 têm tempos menores de paradas das máquinas. Da mesma forma é possível detectar alguma significância das máquinas M2 e M3, pois os valores-p observados são iguais respectivamente a 0,058 e 0,074 (significância em um nível de significância igual a 10%).

Dos resultados da Tabela 11, observa-se que o uso da distribuição de Weibull para os dados (tempos até falha) na escala original leva à maior sensibilidade na detecção dos efeitos significativos do que usando um modelo de regressão linear para os dados transformados (logaritmo) com erros normais (isto é, assumindo uma distribuição log-normal para os dados originais).

5.3 Discussão dos resultados obtidos

A tabela 12 apresenta um resumo dos dados, comparando os resultados entre os dois períodos.

Tabela 12: Resumo dos principais dados apontados e suas inter-relações.

| | Tempo total programado | Tempo perdido | | | | |
|------------------|---------------------------|---------------|---------|----------------|---------|---------|
| | | total | | por manutenção | | |
| | Minutos (A) | Minutos (B) | % (B/A) | Minutos (C) | % (C/A) | % (C/B) |
| Período 1 | 32640 | 5275 | 16,16% | 3623 | 11,10% | 68,68% |
| Período 2 | 32640 | 1766 | 5,41% | 1390 | 4,26% | 78,71% |

Fonte: Elaborada pelo autor

Em uma primeira análise, fica evidente a melhoria no índice de disponibilidade de equipamentos no período 2.

$$\text{Disponibilidade período 1} = 100 - 16,16 = \mathbf{83,84}$$

$$\text{Disponibilidade período 2} = 100 - 5,41 = \mathbf{94,59}$$

Complementando este dado, percebe-se que também do ponto de vista de ocorrências de paradas, houve uma redução considerável, com 34 vezes no período 2 contra 93 vezes no período 1.

Importante destacar que o período 1 (safra 2010/2011) correspondeu ao primeiro período em que a empresa operou com grandes volumes após a aquisição da unidade industrial pelo grupo em 2009, e serviu como referência para o processo de decisão por novos projetos de investimentos em ativos e ferramentas de gestão.

Outro índice que merece destaque é a redução no tempo de paradas para manutenção – de 3623 minutos para 1390. Porém, em termos proporcionais este tempo, que era de 68,68% do total de paradas no período 1, aumentou para 78,71% no período 2, o que demonstra o impacto da área de manutenção neste tipo de empresa, que opera em fluxo contínuo.

Tanto o índice de disponibilidade, como a frequência de ocorrência de eventos que ocasionaram paradas de linha refletem uma grande evolução em termos de estabilidade de processo, conseguido através de vários programas e ferramentas utilizadas pela empresa em sua política de atingir um nível de competitividade acima da média do segmento. Entre os principais fatores que pode-se atribuir tal evolução, pode-se destacar:

- a) Redefinição e reestruturação do quadro de funcionários, com foco em quatro pilares básicos – Operações Industriais / Administrativo Financeiro / Comercial e Suprimento Agrícola – além da implementação da Garantia da Qualidade.
- b) Aquisição de *software* específico para PCM (planejamento e controle de manutenção).
- c) Reestruturação dos orçamentos e planos de suprimentos e produção, com base em uma previsão de demanda por ano-safra.
- d) Implementação de programa da qualidade e segurança de alimentos com base na norma ISO 22000.
- e) Desenvolvimento de recursos humanos, com plano de treinamentos e capacitações com base em funções específicas, trabalhos em equipes e comportamentais.
- f) Implementação de sistema de gestão de manutenção com base na metodologia TPM, com reestruturação da área, cargos, responsabilidades e envolvimento das equipes de operação.

- g) Implantação de plano de manutenção preventiva, contemplando principais equipamentos, detalhamento dos trabalhos a serem executados, prazos e frequência de intervenção, criticidade, ordens de serviço e outros documentos de controle.
- h) Desenvolvimento e implementação de documentos da qualidade, como procedimentos operacionais, registros, procedimentos de higienização, responsabilidades, descrição de cargos e funções.
- i) Implementação de sistema de gestão de fornecedores e prestadores de serviço para a área de manutenção.
- j) Utilização de ferramentas da qualidade, como Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de causa e Efeito para análise de dados em geral.
- k) Implementação de reuniões diárias com participação de coordenadores de todas as áreas durante o período de safra, visando avaliar planos táticos e operacionais, com ajustes quando necessário, para mantê-los alinhados ao plano estratégico da organização.

5.4 Impacto da implantação de sistemas e ações e utilização de ferramentas na evolução da Frupolpa

A partir da pesquisa realizada, na qual se procurou elencar os fatores e as ferramentas utilizados pela Frupolpa na gestão das operações industriais, foi possível observar diversos impactos nos resultados da empresa, com base em seus indicadores de desempenho. A aquisição da empresa por um grupo multinacional foi determinante para que mudanças profundas, visando aumentar a competitividade, fossem implantadas.

Fatores ligados à evolução das relações trabalhistas, como a migração de empresas de um sistema tipicamente Fordista para um novo, que, apesar de manter a produção em massa (processo contínuo) em sua essência, mostra claramente a importância do uso de programas e sistemas de gestão que valorizam a participação das equipes em todas as áreas, em que os funcionários assumem papéis que vão muito além da operação propriamente dita, atuando também como gestores de seus equipamentos.

Os resultados apresentados a partir dos dados apontados nos dois períodos considerados mostram a evolução conseguida, porém, é importante destacar os impactantes.

Os critérios que definem os níveis de impacto foram atribuídos de acordo com a aplicabilidade de cada ferramenta no foco desta pesquisa – disponibilidade de equipamentos. Assim, e também devido à participação do autor na empresa, pode-se confirmar que ações diretas sobre a área de operações industriais – produção, manutenção e projetos – têm maior impacto nos resultados.

Quadro 9 -Principais fatores responsáveis pela evolução da Frupolpa na passagem do cenário 1 para o 2: alterações e impacto

| FATOR | CENÁRIO 1: ATÉ 2009 | CENÁRIO 2: APÓS 2009 | IMPACTO |
|--|--|--|---------|
| Estrutura funcional | - Decisões centralizadas nos sócios proprietários, com pouca autonomia aos demais cargos | - Novo organograma, com base em quatro pilares – Operações, Administrativo, Agrícola e Comercial | 4 |
| Qualidade | - Baseada em inspeção | - Uso de ferramentas da qualidade | 4 |
| | | - Implantação da Garantia da Qualidade | 3 |
| | | - Certificação ISO 22000 | 3 |
| | | - Revisão de documentos existentes e implantação de novos registros, relatórios, procedimentos e especificações. | 4 |
| Manutenção | - Somente corretiva, com pouca dedicação ao planejamento. | - Adoção do sistema PCM, com implantação de <i>software</i> de gestão. | 5 |
| | | - Adoção de plano de manutenção preventiva | 5 |
| | | - Dimensionamento das equipes | 4 |
| | | - Adoção de ferramentas baseadas na TPM (manutenção produtiva total) | 5 |
| | | - Relatórios e registros de serviços executados | 4 |
| | | - Qualificação de prestadores de serviço | 4 |
| Recursos humanos | - Informal, concentrado em operações básicas | - Adoção de políticas de treinamento e capacitação | 4 |
| | | - Redimensionamento do quadro | 3 |
| | | - Descrição de cargos e funções para todos os níveis | 2 |
| | | - Trabalho em equipe | 4 |
| Gestão de operações | - Informal | - Adoção de reuniões diárias com responsáveis por setores diversos | 4 |
| | | - Implantação de relatórios gerenciais | 4 |
| | | - Definição de indicadores de desempenho e sistemas de medição | 5 |
| | | - Implantação de sistema de gestão à vista | 4 |
| Tecnologia | - Equipamentos antigos com operação manual - <i>Lay out</i> precário | - Reforma de equipamentos | 5 |
| | | - Aquisição de novos equipamentos | 4 |
| | | - Redesenho do <i>lay out</i> industrial | 4 |
| | | - Automação de equipamentos e linhas de processo | 5 |
| Política de aquisição de matéria prima | - Não havia | - Desenvolvimento de contratos com prazos e preços pré-estabelecidos | 3 |

Fonte: Elaborada pelo autor

6 Considerações Finais

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em caracterizar os processos operacionais da planta de processamento de frutas de uma empresa localizada no interior de São Paulo, identificar principais pontos de perdas de tempo no processo produtivo e avaliar o impacto de novas ferramentas e programas no desempenho da planta industrial e analisar as adaptações e mudanças às exigências do cenário que marca o final da primeira década do século XXI.

A partir de revisão bibliográfica, o autor pôde identificar modelos de programas, ferramentas e práticas de gestão apropriadas para a empresa, que pudessem assim colaborar para o cumprimento dos objetivos, fazendo com que a empresa atingisse suas metas operacionais e, conseqüentemente, melhorasse sua competitividade.

O estudo de caso na empresa Frupolpa mostrou-se importante para a investigação de impactos na aplicação de conceitos relacionados à manufatura enxuta, com o objetivo de redução de perdas e desperdícios. Programas de treinamento e capacitação de funcionários, monitoramento de indicadores de processo, implantação de sistema da qualidade, trabalho em equipes, TPM, 5S tem sido alguns dos instrumentos utilizados pela Frupolpa. Embora a pesquisa que deu suporte à presente dissertação tenha tido por foco o estudo da perda de tempo por manutenção, é importante destacar que a empresa, no mesmo período, apresentou evolução em outros indicadores, sejam de qualidade, segurança operacional etc.

O sistema de medição de desempenho operacional, com emprego de ferramentas da qualidade e forte trabalho de conscientização dos funcionários, demonstrou ser essencial para a gestão da área de operações e exigiu empenho de toda a equipe na função de manter o foco, apesar de se exigir uma mudança comportamental do chão de fábrica, em função das expectativas da nova gestão, a partir de 2009. O emprego conjunto e complementar de ferramentas como folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa entre outros foi fundamental para a correta análise dos processos industriais, permitindo a gestão eficiente dos indicadores de desempenho e a tomada de ações corretivas quando necessário.

O fato de o pesquisador fazer parte do quadro de funcionários da empresa – coordenador de operações industriais – foi capital para a execução do trabalho. Isso porque competências e habilidades relacionadas à gestão da área de operações contribuíram muito para a visão sistêmica empresarial, importante para a compreensão

de que vários projetos que estejam em andamento na organização devem ser complementares e não antagônicos, e assim possíveis *trade off* - contradições – entre ferramentas aplicadas e metas podem ser melhor entendidas e gerenciadas.

O mapeamento do processo industrial da empresa revelou que muitas das perdas de tempo e desperdícios em geral na produção estavam “camufladas” em ineficiências no sistema de planejamento, gestão e tomada de decisão, e não necessariamente nos equipamentos. Planos operacionais formalizados que contemplam volumes, prazos, especificações de produtos são fundamentais para que as equipes de chão de fábrica sejam orientadas em suas metas e, assim, possam atingir bons índices de desempenho.

A avaliação minuciosa de equipamentos, *lay out* e instalações foi muito importante para identificar elos frágeis, como bombas e roscas transportadoras, que embora sejam consideradas equipamentos de “ligação”, desempenham papel fundamental, uma vez que se falharem podem provocar paradas de toda uma linha de produção contínua. Na Frupolpa, este fator era crucial, pois muitos destes equipamentos eram antigos e operavam fora da especificação e das condições para a qual foram projetados. As correções, alinhadas ao plano de manutenção e produção, demonstraram ser eficientes e fundamentais para o aumento do índice de disponibilidade da planta.

A partir do levantamento e da avaliação de dados do período 1 (safra 2010/2011), foi possível identificar as ferramentas e estratégias que deveriam ser implementadas para melhorar o desempenho: Programa de treinamentos, plano de manutenção preventiva, software de PCM (planejamento e controle da manutenção), sistema de medição de desempenho e sistema de gestão da qualidade e segurança de alimentos. Estas ferramentas, complementadas com gestão baseada em melhoria contínua, comprometimento das equipes, viabilizaram a mudança comportamental dos funcionários.

Os níveis de disponibilidade de equipamentos atingidos pela planta apresentaram melhorias e avanços consideráveis, com impacto significativo nos custos de transformação e processamento, uma vez que um melhor aproveitamento dos ativos impacta na redução de desperdícios de outros insumos, como energia elétrica e mão de obra direta. Porém, mesmo com esta evolução, o índice de disponibilidade passou a depender proporcionalmente ainda mais da área de manutenção, o que evidencia a importância do papel desempenhado por esta área em fábricas do segmento de processamento de frutas para fabricação de sucos e polpas – processo contínuo.

Cabe enfatizar, porém, que para que a organização sustente ou até mesmo amplie sua competitividade, ela deve manter as estratégias implementadas na área operacional, aliando-as a outras em suas áreas comercial e de suprimento agrícola principalmente. Fatores sistêmicos e outros relativos a políticas econômicas e concorrência externa, conforme mostrados na revisão bibliográfica, fogem, no entanto, do controle da empresa.

Apesar de se tratar de resultados obtidos por meio de um estudo de caso, o que, em razão das especificidades da empresa, limita generalizações, no entanto é possível sugerir a empresas com perfil próximo ao da que foi objeto do presente estudo, a adoção de procedimentos semelhantes

Além dos benefícios diretos para as empresas, no caso da criação de condições de melhor desempenho para empresas processadoras de frutas na região, abrem-se possibilidades de melhoria das condições dos produtores de frutas tropicais ampliarem seu mercado, bastante restrito, tendo em vista o fornecimento significativo de cítricos para grandes processadoras.

Referências

- ABIR Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não alcoólicas – O Setor. 2011. Disponível em: <<http://abir.org.br/categoria/o-setor/>>. Acesso em: 18 nov. 2013.
- ACHCAR, J. A.; BROOKMEYER, R. S.; HUNTER, W. G. An application of Bayesian analysis to medical follow-up data, **Statistics in Medicine**, v. 4, p. 509-520, 1985
- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. Itajubá: Escola Federal de Engenharia, 2007. Disponível em: <www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>. Acesso em 28/07/2007.
- AL-NAJJAR, B. Total quality maintenance An approach for continuous reduction in costs of quality products, **J. of Quality in Maintenance Engineering**,2(3), 4-20, 1996.
- ANDRADE, A. R.. Comportamento e estratégias de organizações em tempos de mudança sob a perspectiva da tecnologia da informação. **Caderno de pesquisas em administração**. São Paulo, v. 09, nº 2, abril/junho de 2002.
- ARIENTI, W. L.. Uma Análise Regucionista das reformas do estado capitalista: Rumo ao estado pós-fordista? **Textos de Economia v.8, n.1, p.1-36**,2002.
- BABUY, A.S.; JAYABALAN,V. Weibull Probability Model for Fracture Strength of Aluminium (1101) - Alumina Particle Reinforced Metal Matrix Composite, **Journal of Material Science Technology**, 25(3),341-343, 2009.
- BARIANI, L.& DEL'ARCO JÚNIOR, A.P. **Utilização da tecnologia da informação por grupos integrados de manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta**. Revista de Ciências Humanas, Taubaté, v.12, n.1, p. 67-79, jan./jun, 2006.
- BARROS, G. S. C.; ADAMI, A. C. O. **Exportações do agronegócio batem novo recorde em 2012, mesmo com queda de preços**. Universidade de São Paulo, departamento de economia, administração e sociologia, Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2013.
- BARROS, Lúcio Alves. Metamorfoses do Fordismo ou Modelos Pós-fordistas. **TEORIA & SOCIEDADE** (Revista dos departamentos de Ciência Política e de Sociologia & Antropologia – UFMG), nº 7. Belo Horizonte, 2001.
- BATALHA, M.O.; SILVA, A.L.. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, Mário O. (coordenador). **Gestão Agroindustrial: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais**. Vol. 1. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-261, 2002.
- BETHLEM, A. **Estratégia empresarial**. Conceitos, processos e administração estratégica. São Paulo: Ed. Atlas S.A., 1999 - 407p.

BILLINTON, R. and ALLAN, R. N. **Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques**, Boston, Pitman Books Limited, 1983.

BLANCHARD, B. S. and FABRYCKY, W. J. **Systems Engineering and Analysis**, 3rd ed., Upper Saddle River, NJ, Prentice-Hall, 1998.

BORRÁS, M. A. A.; TOLEDO, J. C. Coordenação da qualidade: proposta de estrutura e método para cadeias de produção agroalimentares. **Produção**, v. 17, n. 3, p. 471-485, Set./Dez. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária se Abastecimento (MAPA), Assessoria de Gestão Estratégica **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília, junho de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária se Abastecimento (MAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022** Brasília: Mapa/ACS, 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária se Abastecimento (MAPA) – Secretaria de Política Agrícola – Departamento de economia agrícola, coordenação geral de análises econômicas. **Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola**. 2013a.

BRASIL/MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) – Exportação. 2013b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/exportacao>>. Acesso em: 26/07/2013

BRWON, R. V., KAHR, A. S. and PETERSON, C. **Decision Analysis for the Manager**, New York, Holt, Reinhardt & Winston, 1974.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; ALMEIDA, M. A.; Indicadores de desempenho não-financeiros no agronegócio: um estudo exploratório. In REUNIÃO DASOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44. Fortaleza, 23 a 27 de Julho de 2006. **Anais...** CD Rom, 2006.

CALLADO, A. L. C.; ALMEIDA, M. A. A utilização de indicadores gerenciais de desempenho industrial no âmbito de agroindústrias - **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão** 2 (2) 102-118, 2007

CALLADO, A. L.; PEDROZO, E. A. Identificando a Utilização de estratégia em Agroindústria. S.d. In SEMEAD, 11, São Paulo, agosto de 2008. **Anais...** 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/30331>>. Acesso em 2013.

CAMPOS, V. F. TQC – **Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CANDELORO, R. **Como ter Sucesso no Lançamento de um Novo Produto ou Serviço** (2009). Disponível em: <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos1/Como_obter_sucesso_no_lancamento_de_um_novo_produto_ou_servico.htm>. Acesso em: 2013.

CÁNEPA, D.; LUDWIG, G. S. Avaliação de desempenho empresarial: estudo de caso de uma agroindústria no RS. **ConTexto**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, 2º semestre 2002.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R.; MARTINS, R. A.; Estudo sobre o Processo de Implementação do Sistema de Medição de Desempenho em Empresas Manufatureiras. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 23. - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2003. **Anais...** 2003.

CASTRO, F. P.; ARAUJO, F. O. Medição da eficiência operacional através do indicador OEE (overall equipment effectiveness): uma proposta de implantação no segmento de bebidas. In CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6. Niterói, RJ, Brasil, 5, 6 e 7 de agosto de 2010. **Anais...**, 2010.

CHAVES, M. R. ; PANDOLFI, M. A. C. **Planejamento Estratégico Para uma Empresa Atuante em Agronegócios – Agrotec: um estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso “Gestão Empresarial com Ênfase em Negócios” – MBA, FGV, Rio de Janeiro, 2007

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração - Teoria, Processos e Prática**. 3ed. São Paulo, Makron Books, 2000.

CHRISTER, A. H., WANG, W., SHARP, J. and BAKER, R. D. A case study of modelling preventative maintenance of a production plant using subjective data, **J. of the Operational Research Society**, 49, 210-219, 1998.

COLOSIMO, E; GIOLO, S.R. **Análise de sobrevivência aplicada**, Edgard Blucher, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008

DHILLON, B.S. **Engineering Maintainability**. Houston: Gulf Publishing Company, 1999.

DREES, C. **Um Modelo de Indicadores alinhado aos objetivos estratégicos da unidade de negócios associado a uma ferramenta de gestão**: Caso da unidade de óleos vegetais do grupo Maeda S.A. Agroindustrial. Dissertação. Programa de Pós-Graduação – mestrado - Multidisciplinar em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2007.

EBLENG, C. E. **Introduction to Reliability and Maintainability Engineering**, New York: MacGraw-Hill Companies, Inc., 1997.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M.; DIAS, F. T. Proposta de um método baseado em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à Manufatura Enxuta. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 25.2005. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

FERNANDES, M. A. Como aumentar a disponibilidade de máquinas e reduzir custos de manutenção. Revista **MÁQUINAS E METAIS**. p. 316 a 329. Abril de 2003.

- FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. (1996). **Made in Brazi**: Desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- FERRERO, A. H. Cautela. Perspectivas para os dois últimos anos da década são cautelosamente otimistas para o setor, (fruticultura) que terá feira inédita em São Paulo. Matéria. IBRAF. **Revista Frutas e Derivados**. Ano 4. Edição 12. Março de 2009.
- FOGLIATTO, F. S. RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**3. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.11, n.1, p.1-19, jan.-abr. 2004
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Paradigmas estratégicos da gestão de manufatura (PEGEMs): elementos chave e modelo conceitual. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.12, n.3, p.333-345, set.-dez. 2005.
- GUERRINI, F. M.; SACOMANO, J. B.. Globalização e o novo paradigma produtivo. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGERP), 18. Niteroi, 1998. In **Anais...**, 1998.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente *Justin-time*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996.
- GUMBEL, E.J. Statistical theory of extreme values and some practical applications, **Applied Mathematics**, series 33, U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, 1954.
- HELAL, D. H. Exigências Profissionais em Organizações Pós-Fordistas: das Qualificações ao Modelo de Competência. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGERP, 26. Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006. **Anais...** Fortaleza, 2006.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM 2010). Brasil. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf.
- JOHNSON, N.L.; KOTZ, S.; BALAKRISHNAN, N. Continuous univariate distributions, vol 1, **Wiley series in probability and mathematical statistics**: applied probability and statistics (2nd Ed). Wiley & Sons, 1994.
- JURAN, J.M. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1998.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção**: função estratégica. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Petrobrás, 2009.

- KARDEC, A; FLORES, J; SEIXAS, E. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002.
- KELLY, A. **Maintenance planning and control**, Butterworths, London, 1984.
- KYRILLOS, S. L. ; Sacomano, J.B. ; Milreu, F.J.S. ; Souza, J.B. **Planejamento e Controle da Produção em Redes de Empresas: Dimensões Fundamentais Concebidas a Partir de um Modelo Conceitual**. 2011. (Apresentação de Trabalho/Congresso).
- KIST, Benno Bernardo et al.. Anuário Brasileiro da Fruticultura 2012 /– Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2012. 128 p.
- KUMAR, K. **Da sociedade pós-industrial à pós-moderna: novas teorias sobre o mundo contemporâneo**. 2. ed. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2006.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LAWLESS, J. F. **Statistical models and methods for lifetime data, wiley series in probability and mathematical statistics**, Wiley & Sons, 1982.
- LOBATO, D. M.; FILHO, J. M.; TORRES, M. C. S.; RODRIGUES, M. R. A. **Estratégia de Empresas**, 6. ed. – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.
- MAIA, W. P. **O gerenciamento orientado para o equipamento: aplicação do programa TPM (Manutenção Produtiva Total) para maximizar o uso dos ativos**. 55f. Monografia (MBA em Gerência de Produção) - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.
- MASTELLA, M. A. **A importância da aplicação das ferramentas desenvolvidas pela produção enxuta na gestão da administração da produção**. Monografia – Especialização em Gerência da Produção. UNESC, Criciúma – SC, 2004.
- MAXIMIANO, A. C. (1998). **Teoria Geral da Administração: da Escola Científica à Competitividade na Economia Globalizada**. São Paulo: Atlas.
- MAXIMIANO, A. C. (2011). **Introdução à Administração**. 8 ed. São Paulo: Atlas.
- MEEKER, W. Q.; ESCOBAR, L. A. **Statistical methods for reliability data**, Wiley & Sons, 1998.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- MINTZBERG, H; Ahlstrand, B; Lampel, J. **Safári de Estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G.C. **Applied statistics and probability for engineers**, 5nd Edition, Wiley & Sons, 2010.

MOOD, A.M.;GRAYBILL, F.A.;BOES, D.C **Introduction to the theory of statistics Publisher**. New York: McGraw-Hill. ISBN/ASIN: 0070854653. ISBN-13: 9780070854659, 1974.

MOUBRAY, John **Reliability-Centered Maintenance**New York, NY: Industrial Press, 1997.

NAKAGAWA, T. **Maintenance Theory of Reliability**, Springer, London, 201-229, 2005.

NELSON, W. **Applied life data analysis**, Wiley – Blackwell, 2004.

NÓBREGA, D. G. A.; BARRETO, M. L. G.; SILVA, R. M.. A globalização e a evolução do comportamento organizacional. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 22. Curitiba-PR, Brasil, 23 a 25 de outubro de 2002. **Anais...**2002.

OTANI, M.; MACHADO W. V.. A proposta de desenvolvimento da gestão industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008.

PANDOLFI, M. A. C.; HADDAD, C. F. **Metodologia de Planejamento Estratégico para a Empresa Bela Joana Sucos e Frutas Ltda**. Monografia de Especialização – em “Produção & Sistemas – CEFET, Rio de Janeiro, 2004.

PARIS, W. S. **Sistemas da qualidade** – ferramentas da qualidade. Material de apoio a seminário. Curitiba-PR. 2002.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011

PIANA, J.,ERDMANN, R. H. Fatores geradores de competitividade na manufatura: uma relação entre práticas e resultados. **Rev. Adm. UFSM**, Santa Maria, v. 4, n.1, p. 73-90, jan./abr. 2011

PIRILLO, C. P.; SABIO, R. P. Matéria revista **Hortifruti Brasil**, julho de 2009.

PONGELUPPE, P. C.; BATALHA, M. O. Utilização de indicadores de desempenho para micro e pequenas empresas. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 21, 2001, Salvador. **Anais...** CD Rom. Salvador: 2001.

PORTER, M. E. (1999) **Competição: Estratégias Competitivas Essenciais**. 15ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

PORTER, M. E. (2004) **Estratégia Competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

RIBEIRO, C. R. **Processo de implementação da manutenção produtiva total (TPM) na indústria brasileira**. Monografia (MBA em Gerência de Produção e tecnologia).Taubaté: UNITAU / Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, 2003. 68 p.:

ROMANIELO, M. M.; MIRANDA, A.; NEVES, P. J.; RODRIGUES, G. C.; ALVES, S. S. Posicionamento Competitivo das empresas: Formulação de estratégias para a posição lucrativo sustentável. In CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO DA UNIFENAS, 5. Alfenas, 2006, **Anais...** Alfenas, 2006.

ROSA, S. E. S.; COSENZA, J. P.; LEÃO, L. T. S. Panorama do setor de bebidas no Brasil- **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 23, p. 101-150, mar. 2006.

SAAB, M. S. B. L. M.; NEVES, M. F.; CLÁUDIO, L. D. G. **O desafio da coordenação e seus impactos sobre a competitividade de cadeias e sistemas agroindustriais**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.412-422, 2009.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. Utilização do medidor de eficiência global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 27. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2007.

SELITTO, M. A. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Produção**, v. 15, n. 1, p. 044-059, Jan./Abr. 2005.

SELITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; ARAUJO, D. R. C. Manutenção centrada em confiabilidade: aplicando uma abordagem quantitativa. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 22, Curitiba-PR, 2002. **Anais...** 2002.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, 21 (2003) 129–149. Elsevier.

SHINGO, S. (1996) **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ed. Porto Alegre: Artmed. 296p.

SILVA NETO, Romeu E; PIZZOLATO, Nélío Domingues. Uma Metodologia para a Análise da Competitividade Sistêmica Empresarial. In: - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP 21, 2001, Salvador. **Anais...** CD Rom. Salvador, 2001.

SILVA, E. M.; SANTOS, F. C. A. Revisitando a estratégia de produção: as contribuições para um novo construto. **Produção** (OnLine), vol. 8/num. 1, 2008.

SIMARELLI, M. Com crescimento, sem união – entrevista com Silvio Tavares de Melo. IBRAF – **Revista Frutas e Derivados**, ano 3. Edição 10. Junho de 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 726 p.

SOUZA FILHO, M.S.; LEMOS FILHO, E.M.; TOLEDO, J.C. Gestão da qualidade na agroindústria: um estudo de caso em uma pequena processadora de frutas tropicais. In SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12, 2005, Bauru, SP, Brasil. **Anais...**p.1-12, Bauru, 2005.

TENÓRIO, F. G.. A unidade dos contrários: fordismo e pós-fordismo. **RAP – Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro 45(4): 1141 – 172, jul/ago / 2011.

THOMPSON, J. L. **Strategic Management: Awareness and Change**. 3. ed. London: International Thomson Business Press, 1998.

THOMPSON, A.A. J.;STRICKLAND III, A.J. **Planejamento Estratégico: elaboração, implementação e execução**. Tradução de Francisco Roque Monteiro Leite. São Paulo: Pioneira, 2000.

TSCHÁ, E. R.; FAVERO, L. A. Estratégias de Crescimento: um estudo de caso na indústria Bonsuco. In: 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 5, ABAR, 2005, Campinas. **Anais...CD**, Campinas, 2005.

VASCONCELOS, D. S. C.;SOUTO, M. S. M. L.;GOMES, M. L. B.; MESQUITA, A. M. A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção – estudo de caso na indústria têxtil. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 27, Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009. In **Anais...**, 2009.

WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability, **Journal of Applied Mechanics – ASMC**, 18, 3, 293 – 297, 1951

WILKINSON, J. (Coord.). Perspectivas do investimento no agronegócio. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 306 p. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. Disponível em: <http://www.projetopib.org/?p=documentos>. Acesso em 13 jan. 2010.

WOLLMANN, R. R. G.; Alavancando resultados na fábrica oculta: um estudo de caso sobre OEE no setor alimentício. In CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 7. (ISSN 1984-9354)**Rio de Janeiro**, 12 e 13 de agosto de 2011. **Anais...**, 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**; trad. Daniel Grassi – 2 ed. – Porto Alegre: ed. Bookman, 2001.

ZHANG, F.;JARDINE, A. K. S. Optimal maintenance models with minimal repair, periodic overhaul and complete renewal, **IIE Transactions**, 30, 1109-1119, 1998.