

**Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção**

**Modelo Proposto para Indicadores de Desempenho
Industrial e Produtividade dos Ativos**

Flávio Luis Lemos

TG-EP- 40- 06

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Modelo Proposto para Indicadores de Desempenho
Industrial e Produtividade dos Ativos**

Flávio Luis Lemos

TG- EP- 40- 06

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: *Prof. Dr. Carlos Antonio Pizo.*

**Maringá - Paraná
2006**

Flávio Luis Lemos

**Modelo Proposto para Indicadores de Desempenho Industrial e
Produtividade dos Ativos**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Carlos Antonio Pizo
Departamento de Informática, CTC.

Prof.^a Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC.

Maringá, Outubro de 2006

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo não seria possível sem a colaboração de um grande número de pessoas, as quais gostaria de expressar meus agradecimentos:

A Deus, que me deu o dom da vida e que me proporcionou coragem e determinação para enfrentar mais este desafio;

À minha mãe e ao meu pai e a todos da minha família;

Ao meu orientador Prof. Carlos Antonio Piso, pela orientação e esforço para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos dirigentes da COCAMAR, pela receptividade e disponibilidade dos dados utilizados para a realização desta pesquisa;

A todos que de uma maneira direta e indireta contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

Cada vez mais as empresas percebem a necessidade de interagir com o ambiente externo. Esta tendência está exigindo das empresas novos posicionamentos, com implantações de modernas metodologias ou práticas de gestão. Para que as melhorias ou ações implementadas não falhem, é necessário que seus resultados sejam constantemente mensurados, avaliados e as medidas corretivas adequadamente implementadas. Assim, este trabalho tem como objetivo descrever e analisar um modelo para indicadores de desempenho industrial e produtividade dos ativos em sistemas produtivos contínuos. Este modelo auxilia como um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximizando a utilização do ativo industrial e garantindo a qualidade de produtos a custos competitivos. A metodologia utilizada apoiou-se fundamentalmente no indicador de eficiência global de equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) e na experiência pessoal obtida durante o processo de implantação do modelo em uma empresa alimentícia. Os resultados, a partir do estudo de caso desenvolvido na empresa COCAMAR, mostram que os indicadores propostos proporcionam o conhecimento amplo da organização, seus principais pontos fortes e os passíveis de melhoria, gerando informações precisas e confiáveis para um gerenciamento orientado para o ativo. Portanto, a utilização do modelo pode sim apresentar vantagem competitiva, na medida em que proporciona à organização respostas mais rápida em suas questões internas ou externas.

Palavras-chave: Indicadores de desempenho. Produtividade dos Ativos. Eficiência Global dos Equipamentos.

ABSTRACT

Increasingly companies realize the necessity to interact with the external environment. This tendency is demanding new status, with the implant of modern methodologies or practice of management. To the success of the improvement and the actions implemented, it is necessary that its results are constantly measured, evaluated, and properly corrected. This way, the goals of this task are to describe and to analyze the indicators of industrial performance models and the productivity of the assets in continuous productive systems. This model helps as a management method that identifies and eliminates the loss which might happen in the productive process, maximizing the use of industrial assets and assuring the quality of the products with competitive production cost. The methodology used relied fundamentally on the overall equipment effectiveness indicator and in the personal experience achieved during the process of the implant of the model in a food factory. The results, as from the studies developed at COCAMAR Company, shows that the indicators suggested provide a wise knowledge of the organization and its main strong characteristics, generating accurate and reliable information to an oriented management to the asset. Therefore, using this model could show a competitive advantage, as it provides faster answers in its internal and external factors.

Key-words: Indicators' Performance. Productivity of the Assets. Overall Equipment Effectiveness.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | V |
| ABSTRACT..... | VI |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | VIII |
| LISTA DE TABELAS..... | IX |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | X |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA..... | 2 |
| 1.2 OBJETIVOS GERAIS | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO | 3 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 INDICADORES DE DESEMPENHO..... | 4 |
| 2.1.1 <i>Definição de Metas</i> | 5 |
| 2.1.2 <i>Atuação nas Organizações</i> | 6 |
| 2.2 EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS..... | 7 |
| 2.2.1 <i>As Seis Grandes Perdas</i> | 7 |
| 2.2.2 <i>Cálculo do Indicador</i> | 9 |
| 2.3 PRODUTIVIDADE DOS ATIVOS..... | 12 |
| 2.4 COLETA DE DADOS..... | 13 |
| 2.4.1 <i>Tipologia das Paradas</i> | 14 |
| 2.5 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO | 14 |
| 2.5.1 <i>Sistemas de Produção Contínuos</i> | 16 |
| 3 METODOLOGIA..... | 18 |
| 3.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA..... | 18 |
| 3.2 DELIMITAÇÃO DO MODELO | 19 |
| 4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO | 20 |
| 4.1 DEFINIÇÃO DAS PERDAS DE PRODUÇÃO | 20 |
| 4.1.1 <i>Parada Planejada (PP)</i> | 20 |
| 4.1.2 <i>Parada Não Planejada (PNP)</i> | 21 |
| 4.1.3 <i>Tempo Ocioso</i> | 23 |
| 4.2 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES | 26 |
| 4.2.1 <i>Indicadores de Desempenho Industrial</i> | 28 |
| 4.2.2 <i>Indicadores de Produtividade dos Ativos</i> | 30 |
| 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS..... | 33 |
| 5.1 HISTÓRICO DA EMPRESA..... | 33 |
| 5.1.1 <i>Missão e Visão Organizacional</i> | 35 |
| 5.1.2 <i>Política da Organização</i> | 35 |
| 5.2 ÁREA DE APLICAÇÃO DO MODELO | 35 |
| 5.3 APLICAÇÃO E ANÁLISES DOS INDICADORES..... | 35 |
| 5.3.1 <i>Coleta de Dados da Empresa</i> | 35 |
| 5.3.2 <i>Cálculos e Resultados Preliminares</i> | 36 |
| 5.3.3 <i>Cálculos dos Indicadores de Desempenho Industrial</i> | 37 |
| 5.3.4 <i>Cálculo dos Indicadores de Produtividade dos Ativos</i> | 38 |
| 5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 41 |
| 5.4.1 <i>Análise do IPA e IPAG</i> | 43 |
| 6 CONCLUSÃO | 44 |
| REFERÊNCIAS | 46 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Processo de Definição de Metas..... | 05 |
| Figura 2 – Cálculo da OEE..... | 10 |
| Figura 3 – Árvore Decisória de Paradas..... | 24 |
| Figura 4 – Estrutura da Tipologia de Paradas..... | 25 |
| Figura 5 – Gráfico dos Indicadores de Produtividade..... | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Exemplo de Cálculo da OEE..... | 11 |
| Tabela 2 – Características do Sistema de Produção..... | 16 |
| Tabela 3 – Planilha de Registro de Paradas..... | 26 |
| Tabela 4 – Paradas Ocorridas em 2005..... | 36 |
| Tabela 5 – Resumo dos Cálculos Preliminares..... | 37 |
| Tabela 6 – Informações da Produção em 2005..... | 39 |
| Tabela 7 – Relatório de Indicadores..... | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| OEE | <i>Overall Equipment Effectiveness</i> , traduzido como Eficiência Global do Equipamento. |
| PP | Parada Planejada. |
| PNP | Parada Não Planejada. |
| PO | Parada Organizacional. |
| PT | Parada Técnica. |
| POP | Parada Operacional. |
| PQ | Parada por Qualidade. |
| PH | Parada Humana. |
| PV | Perdas por Velocidade. |
| IPA | Índice de Produtividade dos Ativos. |
| IPAG | Índice de Produtividades dos Ativos Global. |

1 INTRODUÇÃO

Num ambiente que se apresenta cada vez mais mutável e imprevisível, onde a concorrência assume escalas globais, em conjunto com a constante exigência por redução de custos e investimentos, valorizam-se cada vez mais quaisquer métodos e conceitos que conduzam a uma utilização eficaz dos recursos alocados nas unidades fabris. Assim, um dos grandes desafios enfrentados pelo meio industrial baseia-se na eficiente e correta utilização dos recursos disponíveis para a produção, sejam estes operacionais ou humanos (FISCHMANN, 1999).

Estes desafios exigem a revisão de vários preceitos, dentre eles, a forma de se avaliar o desempenho, elementos básicos no processo de gestão. As empresas necessitam realizar a medição do desempenho dos seus ativos, para que possam identificar as atividades que agregam valor ao produto e/ou serviços desenvolvidos pela empresa, realizando comparações de desempenho com seus concorrentes e revendo estratégias organizacionais para curto, médio e longo prazo na obtenção de resultados (CONTADOR, 1997).

Propondo principalmente a redução de custos e a maximização da utilização da capacidade produtiva instalada, a presente pesquisa tem a finalidade de apresentar um modelo de indicadores que mensurem a produtividade e o desempenho industrial a partir da identificação das perdas existentes nos ativos.

O presente trabalho enfoca a implantação e os resultados sobre equipamentos dispostos em uma linha de fabricação de uma grande cooperativa agroindustrial do setor alimentício, localizada na região de Maringá, interior do estado do Paraná. Trata-se de ações de engenharia da produção visando à contínua melhoria e eficiência dos ativos, sem, no entanto, exigir elevados investimentos, aplicando-se perfeitamente os conceitos da Eficiência Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness – OEE*), originado por Nakajima (1989) e um modelo mais atual apresentado por Shirose (1994).

Assim, o objetivo principal deste estudo consistiu em mostrar a relevância e a vantagem na utilização de indicadores de desempenho industrial e produtividade dos ativos, para direcionar ações de melhoria em linhas de fabricação com processos contínuos. Isso foi exemplificado por meio de uma aplicação numa empresa do setor alimentício onde foi implantado o modelo proposto.

1.1 Justificativa e Relevância

No contexto de que todo trabalho requer motivação para realizá-lo, esta pesquisa foi motivada pela busca permanente e constante do conhecimento intelectual e acadêmico, norteando-se pelo interesse em contribuir, mesmo que modestamente, para o conhecimento e entendimento do assunto proposto.

Este trabalho torna-se relevante, à medida que há necessidade de maiores pesquisas relacionadas aos indicadores de desempenho industrial e produtividade dos ativos, uma vez que poucos estudos sobre esta abordagem foram realizados na área. Portanto, dentro desta linha de raciocínio, os resultados deste estudo podem contribuir para que engenheiros de produção e gestores percebam a importância de mensurar a eficiência dos ativos.

1.2 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta para a metodologia de indicadores de desempenho e produtividade dos ativos, em sistemas que apresentam processo produtivo contínuo, para maximização da eficiência dos equipamentos.

1.3 Objetivos Específicos

Este trabalho pretende:

- Descrever uma metodologia para a implantação de indicadores de produtividade dos ativos fundamentados na OEE;
- Apresentação de indicadores de desempenho industrial, alcançados através da mesma metodologia utilizada para calcular os indicadores de produtividade;
- Inclusão de um indicador de produtividade dos ativos global, que considera a influência de fatores externos dentro de uma organização.

1.4 Estrutura do Trabalho

Para que os objetivos da presente pesquisa fossem atingidos, o texto está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Introdução: abrange a apresentação, as justificativas, e o objetivo geral e os objetivos específicos, direcionando o estudo no sentido de alcançar os resultados desejados;
- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: diz respeito à situação atual dos temas pesquisados, com a fundamentação teórica sobre a qual será desenvolvido o modelo proposto;
- Capítulo 3 – Metodologia: apresenta também a justificativa do tema e a delimitação do modelo;
- Capítulo 4 – Desenvolvimento do Modelo: descreve o desenvolvimento do modelo proposto, desde a definição das paradas até as fórmulas para os cálculos dos indicadores;
- Capítulo 5 – Apresentação e Análise dos Dados: descreve a aplicação dos indicadores e os resultados obtidos em uma Cooperativa Agroindustrial;
- Capítulo 6 – Conclusão: apresenta as conclusões desse estudo de caso;
- Referências.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indicadores de Desempenho

Com a enorme disponibilidade e capacidade dos sistemas de informação, os investidores têm exigido maior nível de confiança sobre as organizações. Isto faz, da análise aprofundada de informações sobre o desempenho das empresas, uma prioridade para qualquer decisão de investimento. Tais níveis de confiança podem ser adquiridos por meio de indicadores de desempenho (DURSKI, 2004).

De acordo com Hronec (1994), os indicadores de desempenho são os sinais vitais da organização e têm a finalidade de qualificar e quantificar o modo como as atividades ou saídas de um processo atingem suas metas, ainda que reflitam aspectos de uma mesma realidade.

Da mesma forma, Slack *et al.* (2002) definem que o estabelecimento de indicadores de desempenho ou medidas de desempenho é o processo que permite quantificar a ação, onde medir significa o quantificar e o desempenho deriva-se de ações tomadas pela administração da organização em questão.

De uma forma resumida, Fischmann (1999) define que os indicadores de desempenho podem ser considerados como termômetros que medem os níveis de eficiência e eficácia de uma organização ou parte dela.

A característica essencial para uma organização é a capacidade de aplicar com sucesso seus indicadores para a medição de seu desempenho (GONÇALVES, 2002). Para obter o sucesso mencionado pelo autor, se faz importante escolher correto e readequar constantemente os indicadores de desempenho para uma gestão de desempenho efetiva, tendo em vista que tais indicadores podem perder sua capacidade de retratar a realidade da efetividade organizacional.

2.1.1 Definição de Metas

A objetividade de um indicador está na sua característica de representar, para quem está acompanhando, a perda ou ganho, a qualidade ou níveis de defeito com seu desvio. Devido a esta objetividade é relevante a definição de metas para estes indicadores. Pois o indicador tem a capacidade de fornecer respostas antes que o processo por ele medido gere perdas para a organização (LÓTA e MARINS, 2003).

Segundo Lota e Marins (2003), a meta é o valor pretendido para o indicador de um produto ou processo a ser atingido em determinadas condições estabelecidas no planejamento. São fixadas a partir das necessidades e expectativas traduzidas do cliente, levando em conta os objetivos estratégicos da organização, os referenciais externos de comparação e os indicadores e metas do nível superior, de acordo com a Figura 1.

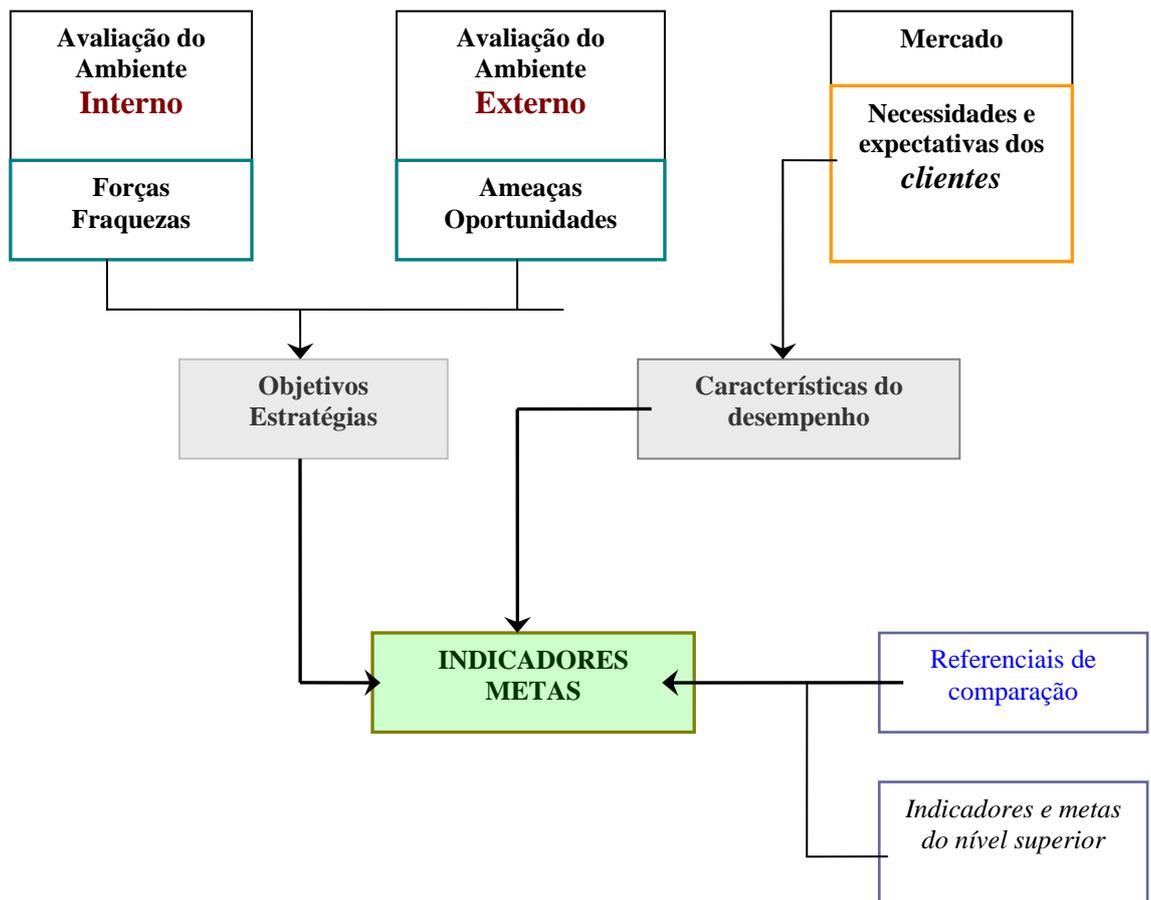


FIGURA 1: Processo de definição de metas.

Fonte: Takashima e Flores (1997).

2.1.2 Atuação nas Organizações

O trabalho desenvolvido por Durski (2004) revela que a globalização, uma variável bastante significativa, trouxe uma maior concorrência e a necessidade de aperfeiçoamento constante. Cada vez mais a preocupação das empresas passa de competir a sobreviver no mercado, e isto requer esforços contínuos para inovar, aumentar a qualidade, a produtividade, às vendas, reduzir custos e outros. O que não é uma tarefa fácil.

A referida autora defende a idéia de que

Organizações são sistemas sociais abertos em constante interação com o meio ambiente no qual estão inseridas. O relacionamento das organizações com o ambiente econômico e social envolvendo: os acionistas, o cliente, as tarefas, os processos inter-relacionados, os fornecedores, o meio ambiente, o governo entre outros, tem como base a premissa de que as organizações existem para satisfazer as necessidades deste ambiente (DURSKI, 2004, p.1).

Neste mesmo contexto, a autora afirma que as organizações estão sujeitas a riscos, instabilidades conjunturais, catástrofes e outras situações que fogem ao seu controle. Como as organizações não têm uma resposta rápida, estas situações indesejáveis podem causar perdas, ineficiências, paralisações e até mesmo sua falência total. Ela coloca que, em parte, este cenário deve-se ao fato da função controle não estar sendo aplicada corretamente, pois o que não é medido não pode ser gerenciado.

Dessa forma, Luitz e Rebelato (2003) afirmam que é necessário que se criem indicadores de desempenho organizacionais a fim de estabelecer respostas rápidas, para que se possa gerenciar os resultados econômico-financeiros, a qualidade, a produtividade e seu relacionamento com o meio-ambiente. Por meio dos indicadores é possível analisar continuamente esses resultados, acompanhá-los, estabelecendo e alterando as estratégias implementadas.

Os autores Luitz e Rebelato (2003) definem resumidamente os motivos que levam as organizações a criarem indicadores de desempenho como:

- Poder realizar comparações de desempenho com concorrentes ou organizações de outros ramos (*benchmarking*);
- Poder demonstrar aos investidores qual o potencial de retorno de seus investimentos;

- Poder verificar periodicamente se as estratégias organizacionais de curto, médio ou longo prazo estão sendo cumpridas.

Assim, Luitz e Rebelato (2003) concluem que se uma determinada organização não utiliza indicadores relevantes e coerentes, altamente relacionados aos seus pontos críticos de sucesso, com no mínimo um razoável índice de precisão, de nada adiantará determinar estratégias ou realizar *benchmarking* simplesmente pelo fato de que nenhuma conclusão confiável a respeito de seu desempenho poderá ser formulada.

2.2 Eficiência Global dos Equipamentos

O Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) é uma ferramenta importante na linha de produção para se conhecer o desempenho de seus equipamentos. Com um adequado tratamento de dados, verifica-se a evolução do índice, o reflexo das ações implementadas nos equipamentos e eventuais falta de peças ou re-trabalhos, permitindo assim uma análise crítica e detalhada sobre os processos de produção (HANSEN, 2002).

A análise deste indicador, segundo Hansen (2002), apresenta uma imediata idéia da capacidade da linha como um todo, se for conhecida a capacidade bruta de produção das máquinas. Trata-se de indicador extremamente útil também para a análise das operações gargalo, ou seja, aquelas que restringem a produção de toda a linha de fabricação.

Da mesma forma, Pillmann (2004) revela que a utilização do indicador OEE vai além da determinação de um número que retrate a eficiência de um equipamento. O OEE permite, através de seu desdobramento, identificar onde se encontra o potencial de melhoria de eficiência da fábrica. Esses potenciais de melhoria estão associados às perdas existentes no equipamento que, se analisadas de maneira adequada, indicarão a direção de atuação que as equipes de trabalho deverão seguir para obter continuamente o aumento da eficiência dos equipamentos.

2.2.1 As Seis Grandes Perdas

A identificação das perdas é o ponto de partida para restabelecer as condições dos equipamentos, garantindo alcançar a eficiência global (PILLMANN, 2004). O autor defende

que definir corretamente as perdas de produção é fator primordial para o sucesso do indicador de eficiência global dos equipamentos – OEE.

Nakajima (1989) definiu seis grandes perdas existentes nos equipamentos (recursos), que influenciam diretamente em suas produtividades:

- 1) **Perdas por Quebra:** são caracterizadas pela parada da função, ou seja, o equipamento fica indisponível por um determinado tempo, até que se restabeleça a condição original e inicie novamente a operação, seja pela atividade da manutenção, pre-set, engenharia ou outro departamento. As quebras estão divididas em dois tipos, esporádicas e crônicas. As quebras esporádicas caracterizam-se por paradas repentinas e drásticas, porém de fácil visualização e correção, enquanto que as quebras crônicas são geralmente ignoradas ou negligenciadas por tratar-se de paradas de curta duração, porém de frequência alta. O restabelecimento da operação do equipamento é efetuado rapidamente pela manutenção ou pelos próprios operadores, entretanto a solução completa destas quebras não é facilmente atingida;
- 2) **Perdas por Setup e Regulagens:** estão relacionadas às mudanças de produtos e regulagens até que seja concluído o setup. Cabe salientar que as regulagens feitas depois de concluído o setup devem ser caracterizadas como perdas, porém relacionadas à perda um. A regulagem é, de modo geral, responsável pela maior parte do tempo perdido;
- 3) **Perdas por Ociosidade e Pequenas Paradas:** diferente da primeira perda (quebra) caracteriza-se por interrupções de tempo relativamente pequeno. O principal motivo é a sobrecarga, onde ocorrem interrupções na alimentação ou no próprio sistema de produção, ocasionando operações em vazio. Estas pequenas paradas não podem ser desprezadas, pois são características dos equipamentos;
- 4) **Perdas por Redução de Velocidade:** caracterizam-se pela velocidade real ser menor que a velocidade teórica ou de engenharia, implicando tempos elevados de ciclo. Estas perdas podem ser ocasionadas por problemas de manutenção, operação, qualidade ou processo, que levam os operadores, técnicos de manutenção, entre outros, a reduzirem as velocidades de trabalho dos equipamentos, permitindo que os equipamentos se mantenham em operação, porém encobrendo as suas reais causas;

- 5) Perdas por Problemas de Qualidade e Re-trabalhos:** são relativas à geração de produtos não-conformes, causados pelo mau funcionamento dos equipamentos. De forma semelhante às perdas por quebras, os problemas de qualidade podem ocorrer de forma esporádica e crônica;
- 6) Perdas por Queda de Rendimento (Startup):** estão relacionadas às restrições técnicas dos equipamentos, que necessitam de um período para o restabelecimento de suas condições normais de operação após períodos de parada. Estas perdas são oriundas de paradas do equipamento após reparos periódicos ou corretivos, feriados, refeições, entre outras.

2.2.2 Cálculo do Indicador

O cálculo do OEE, definido e difundido originalmente por Nakajima (1989), tem um papel fundamental na obtenção da maximização da eficiência dos equipamentos por tratar-se da métrica que não somente gera o resultado de eficiência, como permite análises mais detalhadas das perdas a partir do desdobramento do cálculo. Assim,

A medição de OEE pode ser aplicada em diferentes níveis no ambiente da manufatura. Primeiro o OEE pode ser usado como *benchmark* para medições iniciais de performance de uma planta de manufatura por inteiro. Desta forma, o OEE medido inicialmente pode ser comparado com valores de OEE futuros, quantificando os níveis de melhorias obtidos. Segundo, o valor da OEE, calculado para uma linha de manufatura, pode ser usado para comparar a performance da linha por toda a fábrica, deste modo realçando as linhas com performance pobre. Terceiro, se as máquinas processam o trabalho individualmente, a medição do OEE pode identificar qual máquina esta com pior performance, e consequentemente identificar onde focalizar os recursos da TPM (NAKAGIMA, 1989, p 29).

O referido autor define o cálculo do indicador OEE como um envolvimento de três fatores: disponibilidade, eficiência e qualidade.

Índice de Disponibilidade: é a porcentagem do tempo em que o equipamento é utilizado efetivamente em atividade produtiva, como mostra a equação 1. Essa medida aponta todas as perdas por avarias, troca de ferramentas, manutenção preventiva e corretiva, e quaisquer outras paradas de produção.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Carga} - \text{Tempo de Parada Não Programada}}{\text{Tempo de Carga}} \quad (\text{eq. 1})$$

Índice de Performance Operacional: é a relação percentual entre o tempo de ciclo real do equipamento, quando o mesmo está em operação, e o tempo teórico de ciclo, normalmente determinado pela Engenharia Industrial, como mostra a equação 2. Esse índice é normalmente afetado por reduções intencionais na velocidade de operação dos equipamentos, por pequenas paradas não registradas, por espera de algum recurso faltante, por bloqueio causado por algum outro recurso à frente no fluxo de produção.

$$\text{Performance} = \frac{\text{Ciclo Teórico} \times \text{Quantidade Produzida}}{\text{Tempo de Operação}} \quad (\text{eq. 2})$$

Índice de Qualidade de Produto: é a capacidade de fazer o produto corretamente na primeira vez. Relaciona percentualmente a quantidade de peças refugadas e retrabalhadas com a quantidade total de peças produzidas, como mostra a equação 3.

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção Total} - \text{Refugos e Retrabalhos}}{\text{Produção Total}} \quad (\text{eq. 3})$$

Na Figura 2 pode-se visualizar a forma de cálculo do indicador da Eficiência Global do Equipamento.

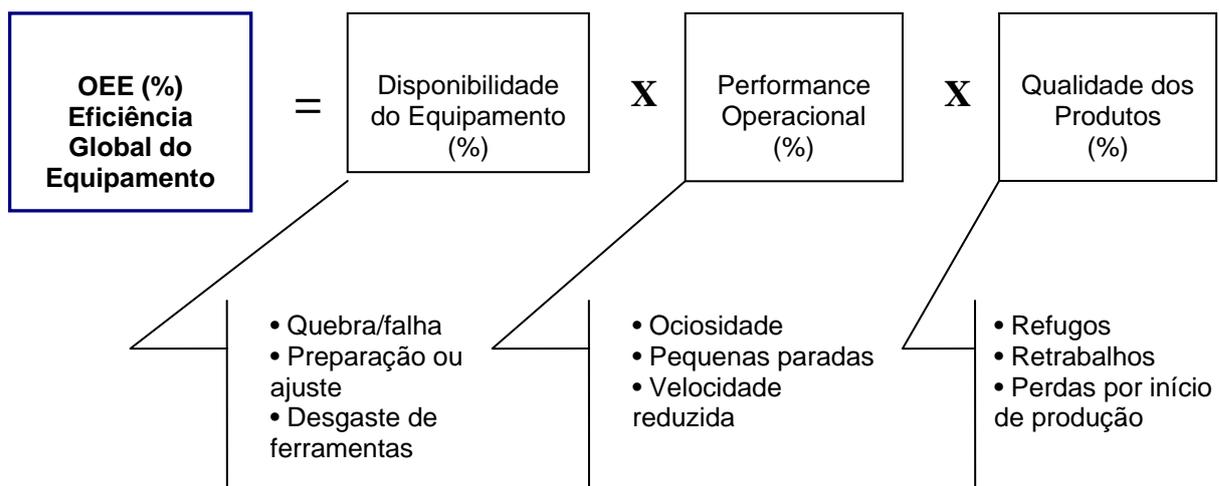


FIGURA 2: Cálculo da OEE.

Fonte: NAKAJIMA (1989).

A Tabela 1 apresenta um exemplo teórico de cálculo do indicador de eficiência global dos equipamentos.

TABELA 1: Exemplo do cálculo da OEE.

| Índice de Disponibilidade | | | | |
|---|---|----------------------------------|--|------------------|
| Item | Descrição | Forma de Cálculo | Valor | Resultado |
| A | Tempo Programado Total | 8 horas | 8 x 60 | 480 min |
| B | Tempo de parada programada (reunião, descanso, manutenção preventiva). | | | 20 min |
| C | Tempo Disponível (Tempo Total – Tempo parada programada) | A – B | 480 – 20 | 460 min |
| D | Tempo Perdido (por quebras, falhas, ajustes e pequenas paradas registradas). | | | 60 min |
| E | Tempo de Operação (Disponível – Perdido) | C – D | 460 – 60 | 400 min |
| F | Índice de Disponibilidade (Tempo Operação/Tempo Disp.) x 100. | (E/C)x100 | (400/460)x100 | 87% |
| Índice de Performance Operacional | | | | |
| G | Total de peças produzidas (boas + ruins) | | | 400 pç |
| H | Tempo teórico de ciclo | | | 0,5 min/pç |
| I | Índice de Performance Operacional ((Tempo teórico de ciclo x Total pçs produzidas) / Tempo de Operação) x 100 | $((H \times G)/E) \times 100$ | $((0,5 \times 400)/400) \times 100$ | 50% |
| Índice de Qualidade do Produto | | | | |
| J | Total de Defeitos (refugo + retrabalhos) | | | 8 pç |
| K | Índice de Qualidade do Produto ((Total de pçs produzidas – Total de refugos e retrabalhos) / total pçs produzidos) x 100 | $((G - J)/G) \times 100$ | $((400 - 8)/400) \times 100$ | 98% |
| Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) | | | | |
| L | Índice de Eficiência Global do Equipamento (OEE) , (Disponibilidade x Performance x Qualidade). | $(F \times I \times K) / 10.000$ | $(87 \times 50 \times 98) \times 10.000$ | 43% |

Fonte: (SHIROSE, 1994, p.54).

Para Nakajima (1989), empresas que utilizam o OEE para medição da eficiência dos equipamentos, em geral se deparam inicialmente com valores entre 30% e 60%. Segundo o autor, um OEE de 85% pode ser considerado um excelente resultado, desde que se tenha levado em conta os três índices que o constituem, e que os dados para o cálculo sejam

confiáveis, dada a grande dificuldade que as empresas têm em registrar corretamente suas ocorrências diárias.

2.3 Produtividade dos Ativos

Na era da competitividade não é o mais forte que vence o mais fraco – e sim, o mais veloz em responder às drásticas e rápidas mudanças na demanda e nas expectativas do cliente. Para isso, as organizações precisam ser enxutas e flexíveis, com auto-gestão em todas as áreas, em especial no “chão” da fábrica (SHIROSE, 1994).

Segundo Shirose (1994) quando os problemas de produção começam a ser resolvidos rapidamente, os custos baixam e as melhorias nos equipamentos, processos e produtos aumentam. O autor também afirma que, uma grande ferramenta que proporciona tomada de decisões rápidas são indicadores que mensurem a produtividade dos equipamentos.

Slack *et al.* (2002) destacam que somente através de uma função de manufatura vantajosa é possível cumprir as metas e objetivos estratégicos definidos pela organização. Sendo assim, a adequada utilização dos ativos fixos das empresas, componentes importantes da função de manufatura, devem ser priorizadas.

Para Pillmann (2004), ter um indicador que mede a produtividade dos ativos permite analisar os equipamentos como eles se comportam na realidade. Assim, é possível enxergar as perdas envolvidas, resultante das variabilidades existentes no equipamento e ao seu redor. Deste modo, pode-se avaliar a capacidade dos equipamentos levando em conta a influência de todas as perdas relativas à disponibilidade, performance e qualidade.

Seguindo este mesmo propósito, Pillmann (2004) descreve que a tal produtividade deve ser avaliada considerando tanto as perdas existentes no equipamento, quanto as perdas por gestão, que se caracterizam por perdas não associadas diretamente ao equipamento, porém impedem que este permaneça em produção.

As organizações têm dificuldade de analisar as condições atuais de utilização dos recursos produtivos. Estas dificuldades tendem a impedir a adequada utilização dos ativos e, deste modo, o indicador de produtividade se faz necessário para que as empresas busquem melhorar

continuamente a eficiência dos equipamentos, identificando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo custos de fabricação (SHIROSE, 1994).

2.4 Coleta de Dados

As organizações para serem competitivas necessitam de um monitoramento constante na eficiência e correta utilização dos recursos disponíveis para a produção, sejam estes operacionais ou humanos (GONÇALVES, 2002). Diante da premissa, para obter a máxima eficiência do ativo é importante identificar as perdas de produção e caracterizá-las.

Hansen (2002) ressalta que, em geral, uma boa coleta de dados é a chave requerida para o completo sucesso da estratégia dos indicadores de produtividade. O sucesso de várias fábricas é afetado enormemente pela acurácia com que as informações são coletadas e analisadas eficientemente.

Conforme abordado por Noemia (2001), a coleta dos dados utilizados nos cálculos de eficiência é de acuracidade duvidosa quando coletados e registrados manualmente em formulários pelos operadores. É necessário um cuidado maior durante a implantação do cálculo, até que se estabeleça a acuracidade desejada.

Além disso, a autora expõe em sua pesquisa que é imprescindível construir uma relação de confiança entre a chefia e os operadores, uma vez que estas coletas podem ser vistas como uma forma de encontrar culpados para os problemas existentes e não como uma forma de monitoração e melhoria contínua da eficiência global.

Outro autor a tratar desse assunto é Pillmann (2004), quando acrescenta que a condição mais adequada para a coleta de dados seria a aplicação de um sistema de coleta automática, onde seja possível evitar a manipulação dos tempos de parada, já que o sistema registra os tempos de início e fim das interrupções. Mesmo assim, ainda existe uma lacuna quanto a acuracidade dos dados que são inseridos no sistema, pois ainda compete aos operadores o registro dos motivos da interrupção.

Sendo assim, o autor afirma que a aplicação de sistemas de coleta automática de dados deve ser direcionada aos equipamentos gargalo, cuja acuracidade dos dados deve ser alta. Quando ocorrer a mudança no gargalo, pode-se aproveitar o sistema de coleta automática existente

nestes equipamentos, racionalizando assim os investimentos, enquanto que no restante dos equipamentos podem ser aplicados métodos manuais de coleta.

2.4.1 Tipologia das Paradas

Para se realizar o correto cálculo do indicador de produtividade dos ativos e prover as informações adequadas para direcionar ações de melhoria nos equipamentos, são recomendados alguns procedimentos de maneira que as perdas de produção sejam estratificadas e registradas, possibilitando uma posterior análise pelos engenheiros da linha de produção (NAKAJIMA, 1989).

Segundo Pillmann (2004), a finalidade de construir categorias e codificações é proporcionar aos operadores condições de efetuar apontamentos das paradas existentes nos equipamentos. E possibilitar que cada empresa busque diferentes estados (paradas) do equipamento, de modo a atingir o nível de acuracidade de dados desejados.

É necessário que seja feita a definição clara de cada motivo de parada, bem como sua aplicação no contexto da empresa, para que não ocorram erros conceituais durante o preenchimento dos formulários de parada ou no lançamento em sistemas computadorizados. A partir destas definições, é possível que os operadores apontem as reais causas de parada de seus equipamentos (PILLMANN 2004).

De uma outra forma, Hansen (2002) define que com uma tipologia de parada adequada tem-se a possibilidade de desenvolver uma análise mais aprofundada das oportunidades existentes no equipamento, permitindo, a partir deste ponto, traçar ações para melhorar a eficiência deste ativo.

2.5 Classificação do Sistema de Produção

A classificação dos sistemas produtivos tem por desígnio facilitar o entendimento das características essenciais a cada sistema de produção, e sua afinidade com a complexidade do planejamento e execução das atividades produtivas (TUBINO, 1999). Neste sentido, o referencial teórico abordado a seguir procura apresentar, de forma geral, alguns conceitos existentes na literatura especializada sobre o assunto.

Slack et al (2002) apresentam uma classificação em ordem de volume crescente e variedade de produto decrescente em relação à manufatura, dividida em cinco tipos de processo, sendo o primeiro de projeto, o segundo de *jobbing*, o terceiro em lotes ou bateladas, o quarto em massa e o quinto e último os processos contínuos.

Já Tubino (1999) propõe a classificação dos sistemas produtivos de três formas: pelo grau de padronização dos produtos, pela natureza dos produtos e pelo tipo de operação realizada.

O autor supra citado propõe que, pelo tipo de operação, a classificação está associada ao grau de padronização dos produtos e ao volume de produção demandada. Nesta forma existem dois grandes grupos: processos contínuos e processos discretos. Por sua vez, os processos discretos podem ser subdivididos em processos repetitivos em massa, processos repetitivos em lotes e processos por projeto.

Os processos contínuos são empregados quando existe uma alta uniformidade na produção e demanda de bens ou serviços, fazendo com que os produtos e os processos produtivos sejam totalmente interdependentes, favorecendo a automação, não existindo flexibilidade no sistema.

Os processos discretos repetitivos em massa são empregados na produção em grande escala de produtos padronizados, com uma demanda estável e com pouca alteração nos projetos, apresentando variação entre os produtos acabados somente na montagem final. A produção em grande escala é permitida em razão dos componentes padronizados.

Nos processos discretos repetitivos em lotes a produção é caracterizada por um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes, com um sistema produtivo flexível, utilizando equipamentos pouco especializados e mão-de-obra polivalente.

Logo, os processos discretos por projeto atendem a necessidade específica de um cliente e o sistema produtivo somente se volta para um outro projeto após a conclusão do anterior. É necessária alta flexibilidade dos recursos produtivos devido à ociosidade que poderá ocorrer enquanto a demanda por bens ou serviços não se concretizar. A Tabela 2 mostra de forma resumida as características dos sistemas pelo tipo de operação.

TABELA 2: Características dos sistemas de produção

| | Processos Contínuos | Processos Discretos | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | <i>Repetitivos em Massa</i> | <i>Repetitivos em Lotes</i> | <i>Por Projeto</i> |
| Volume de Produção | Alto | Alto | Médio | Baixo |
| Variedade de produtos | Pequena | Média | Grande | Pequena |
| Flexibilidade | Baixa | Média | Alta | Alta |
| Qualificação da MOD | Baixa | Média | Alta | Alta |
| Layout | Por Produto | Por Produto | Por Processo | Por Processo |
| Capacidade Ociosa | Baixa | Baixa | Médio | Alta |
| Lead Times | Baixo | Baixo | Médio | Alto |
| Fluxo de Informações | Baixo | Médio | Alto | Alto |
| Produtos | Contínuos | Em lotes | Em lotes | Unitário |

Fonte: (Tubino, 1999, pág. 32).

2.5.1 Sistemas de Produção Contínuos

Dentre as classificações do sistema produtivo, apresentadas por Tubino (1999), se faz necessário um aprofundamento maior na caracterização do sistema de processo contínuo, face à característica da empresa em que o trabalho foi desenvolvido.

O autor cita que o sistema de produção contínuo favorece a automação, pois a alta uniformidade na produção e demanda faz com que os produtos sejam interdependentes e com alta eficiência, em razão da substituição do trabalho humano por máquinas frente à padronização do trabalho em tarefas altamente repetitivas.

Noemia (2001) relata que nestes sistemas fabrica-se um produto por meio de uma série de operações, com cada item seguindo para a operação subsequente apresentando um tempo de preparação (*setup*), pequeno em relação ao tempo de operação. São caracterizados por uma

seqüência linear para se fazer o produto com as máquinas agrupadas de acordo com o fluxo do produto que fabricam, ou seja, o *layout* é por produto, apresentando um único fluxo de transformação das matérias-primas em produtos acabados.

Outra característica mostrada pela autora é que no sistema de produção contínuo o *lead-time* é baixo, ou seja, o montante do tempo de atravessamento necessário para um ciclo completo em toda linha do produto é pequeno. Para Slack et al (2002) os processos contínuos situam-se a um passo da produção em massa, pois operam em um volume maior, apresentando um período longo de operação e uma tecnologia inflexível.

A produção contínua pode ser exemplificada com a indústria puramente de processo, como a química e a petroquímica, papel e papelão, cimento, alimentos, linhas de montagem em geral.

3 METODOLOGIA

A metodologia ora proposta é a implantação de um modelo para indicadores de desempenho industrial e produtividade dos ativos, aplicável em sistemas que possuam características de processos contínuos.

Para a organização deste trabalho, foi feita, primeiramente, uma pesquisa bibliográfica utilizando como fonte livros, artigos, trabalhos, relatórios de pesquisa, estudos de caso, etc.

Para Barros e Lehfeld (2000), a pesquisa bibliográfica tem eficácia na formação do acadêmico, pois “permite obter uma postura científica já existente, à elaboração de relatórios e à sistematização do conhecimento que lhe é transmitido no dia-a-dia” (BARROS e LEHFELD, 2000, p. 70).

Após a identificação das obras de interesse, passa-se ao desenvolvimento do modelo proposto de indicadores de desempenho e produtividade dos ativos, fundamentado no indicador de eficiência global dos equipamentos – OEE.

Em seguida, é apresentada a aplicação do novo modelo de indicadores em uma cooperativa agroindustrial. Por meio da visualização dos resultados é possível garantir uma análise e interpretação mais aprofundada sobre o modelo, procurando atender aos objetivos propostos.

Em uma análise teórica sobre a importância de se ter indicadores que mensurem os ativos de uma organização e avaliam o seu desempenho industrial, e das alternativas que se apresentam nas pesquisas e experiências que estudiosos têm desenvolvido, bem como a aplicação prática no estudo de caso, verificou-se que o modelo proposto vem sendo adotado com sucesso.

3.1 Justificativa do Tema

A principal justificativa para a implantação do modelo está apoiada na dificuldade de analisar as reais condições atuais de utilização dos recursos produtivos. Estas dificuldades tendem a impedir a adequada utilização dos recursos produtivos (ativos empresariais) que, no contexto do mercado, tem caráter estratégico na busca de redução de custo dos produtos, bem como na melhoria e manutenção da produtividade econômica.

A presente pesquisa é fundamentada no indicador de eficiência global dos equipamentos – OEE. Assim como o modelo proposto, a utilização do indicador OEE permite que as empresas analisem as reais condições da utilização dos seus ativos, a partir da identificação das perdas existentes nos equipamentos. Sendo assim, surge a seguinte pergunta:

Por que implantar o modelo proposto e não a metodologia de indicador OEE?

As respostas a esta pergunta são pautadas a seguir e poderão ser evidenciadas durante o desenvolvimento da presente pesquisa.

- O modelo propõe definição simples e clara das perdas encontradas na linha de produção e uma planilha de estratificação de dados. Estes fatores têm grande participação na consolidação de indicadores com alta confiabilidade;
- Introdução de indicadores de desempenho industrial, não encontrados na OEE, com a finalidade de ser uma importante ferramenta no planejamento estratégico, auxiliando na tomada de decisões e no atingimento da meta definida pela organização;
- Definição de um indicador de produtividade dos ativos global – IPAG, que desconsidera os tempos ociosos. Este indicador mensura a influência dos fatores externos dentro da produção, o que não pode ser figurado através do OEE;

Todos estes argumentos foram evidenciados durante o estudo de caso realizado em uma cooperativa agroindustrial. Os resultados da implantação do modelo e a aplicação dos resultados são descritos no capítulo 5.

3.2 Delimitação do Modelo

Um das dificuldades encontradas na implantação desse modelo estiveram no entendimento e envolvimento dos responsáveis pela estratificação das perdas e preenchimento das planilhas de registro. Tal dificuldade pode ser amenizada com a automatização do sistema de coleta das perdas de produção (paradas), possibilitando também um grau maior na acuracidade das informações registradas.

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Após o delineamento preliminar da revisão da literatura e a definição da metodologia que será utilizada para consecução dos objetivos deste trabalho, este capítulo pretende descrever o desenvolvimento do modelo proposto sobre indicadores de desempenho e produtividade dos ativos para sistemas que possuam características de processos contínuos.

4.1 Definição das Perdas de Produção

A maximização da eficiência dos equipamentos é alcançada através de atividades quantitativas, aumentando a disponibilidade e melhorando a produtividade, e das atividades qualitativas, através da redução do número de defeitos. A identificação e estratificação das perdas são o ponto de partida para mensurar os indicadores de desempenho industrial e produtividade dos ativos.

Diante disto, antes de começar o desenvolvimento da pesquisa se faz necessário definir todas as paradas (planejadas e não-planejadas) entendidas como perdas de produção, estabelecendo códigos e descrevendo os principais motivos de cada parada. As paradas definidas no modelo são fundamentadas nas seis grandes perdas existentes nos equipamentos definidas por Nakajima (1989).

4.1.1 Parada Planejada (PP)

As paradas planejadas são todas as paradas que deverão ocorrer durante certo período estabelecido. Geralmente as paradas planejadas são definidas pelos gestores ou engenheiros no planejamento estratégico de curto prazo. Estas paradas se classificam em:

- Preparação = Paradas para ajustes mecânicos ou operacionais requeridos para preparar uma linha de produção para produzir o próximo produto;
- Limpeza = Paradas das atividades de limpeza durante e ao final do período de produção, incluindo desmontagem equipamentos e higienização em geral;
- Operacional = Paradas de produção imposta pelo processo, equipamentos ou verificações de qualidade;

- Manutenção Preventiva Mecânica = Paradas de todas as atividades de manutenção mecânica geral;
- Manutenção Preventiva Elétrica = Paradas de todas as atividades de manutenção elétrica / eletrônica / instrumentação;
- Manutenção Preventiva Lubrificação = Paradas de todas as atividades de lubrificação dos equipamentos;
- Troca de Produto = Paradas do período de tempo transcorrido exigido para mudar de um produto para o próximo na linha de produção.

4.1.2 Parada Não Planejada (PNP)

São todas as paradas que não estavam no planejamento:

Parada Organizacional (PO): São todas as paradas que estão relacionadas às atividades desenvolvidas pelos diversos departamentos que constituem a organização.

- Falta de Espaço para Armazenar = São paradas ocasionadas por falta de espaço para armazenar determinado produto acabado;
- Falta de Matéria-Prima = São paradas ocasionadas pela falta de matéria-prima para o funcionamento da fábrica;
- Falta de Insumos = São paradas ocasionadas pela falta de planejamento ou pontualidade dos fornecedores de materiais / insumos para fábrica;
- Falta de Pessoal = Paradas devido à linha insuficiente de operar, devido número insuficiente de colaboradores;
- Espera de Processo = Paradas que ocorre na linha que está impedida de operar devido ao processo posterior não absorver a produção;
- Falta de Energia = Paradas que ocorrem na linha que está impedida de operar devido à falta de energia elétrica, vapor, ar comprimido, combustíveis e outros.

Parada Técnica (PT): São todas as paradas de processo em que há necessidade de intervenção dos manutentores para que se restabeleça a produção. Podem ser divididas em 3 Tipos:

- Manutenção Corretiva Mecânica = Parada de linha não prevista devido a problema mecânico;
- Manutenção Corretiva Elétrica / Instrumental = Parada de linha não prevista devido ao problema elétrico e instrumentação;
- Irregularidade do Equipamento = Paradas ocasionadas devido a falhas técnicas no equipamento.

Parada Operacional (POP): São todas as paradas de processo em que os próprios operadores atuam na resolução do problema sem a necessidade de intervenção de manutentores. Assim, tem-se:

- Operação / Serviços = Parada de linha não prevista onde o próprio operador atua..

Parada por Qualidade (PQ): São todas as paradas de processo geradas por fatores relacionados à qualidade. São divididas em:

- Baixa Qualidade da Matéria Prima = Paradas quando a baixa qualidade da matéria prima impede o funcionamento pleno da fábrica;
- Baixa Qualidade de Insumos = Paradas ocasionadas quando a qualidade de qualquer insumo estiver fora dos padrões estabelecidos e fora dos padrões de recebimento.

Parada Humana (PH): São todas as paradas de processo em que se evidencia falha humana. Podem ser divididas em:

- Falha Operacional = Parada de linha não prevista devido à falha do operador na operação;
- Falha de Manutenção = Parada de linha não prevista devido à falha do manutentor após sua atuação.

Perdas Por Velocidade (PV): São paradas que representam à perda de eficiência do processo devido rodar abaixo da sua capacidade nominal.

- Redução de Produção = Parada quando a linha opera com cadência abaixo do padrão, calcula-se o tempo necessário para o processamento da quantidade produzida em 24 horas levando-se em consideração a capacidade nominal da linha.

4.1.3 Tempo Ocioso

A caracterização da parada por tempo ocioso varia de empresa para empresa. Cada uma define quais são os fatores que exercem influência sobre sua produção, e estes fatores não estão sobre o controle da organização. Em geral é definida como uma linha que está pronta para rodar, mas é impedida por forças externas.

Pode-se citar como ocasiões em que se caracteriza tempo ocioso:

- Situações comerciais;
- Condições climáticas;
- Fatores políticos;
- Problemas na cadeia de abastecimento;
- Problemas na cadeia de escoamento do produto;
- Falta de energia elétrica ou água.

Na Figura 3 é ilustrada uma árvore decisória das paradas, que auxilia em eventuais dúvidas que possam aparecer durante o período de definições das perdas de produção.

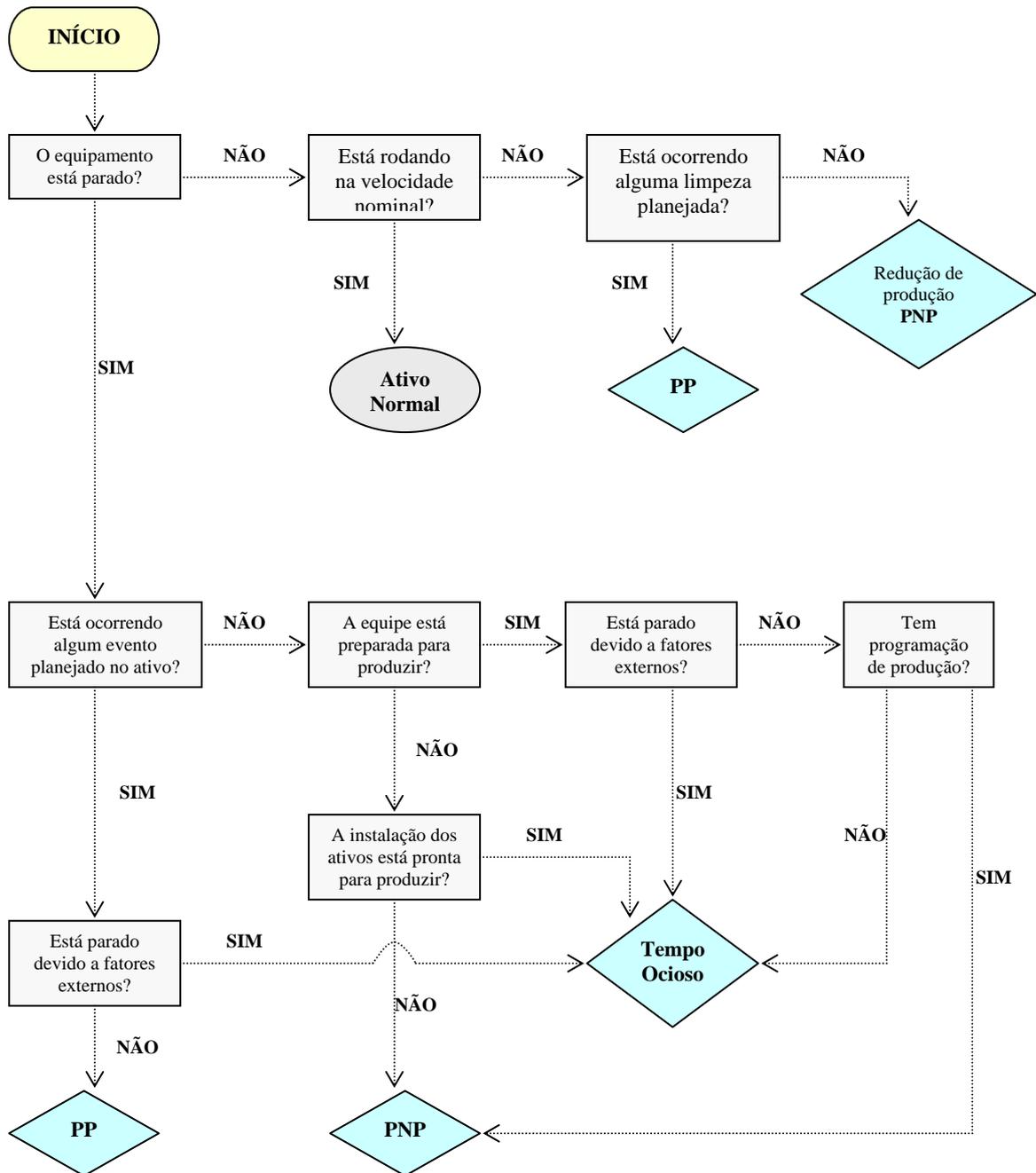


FIGURA 3: Árvore decisória das paradas.

A Figura 4 apresenta resumidamente a estruturação das paradas dos ativos definidas pelo trabalho.

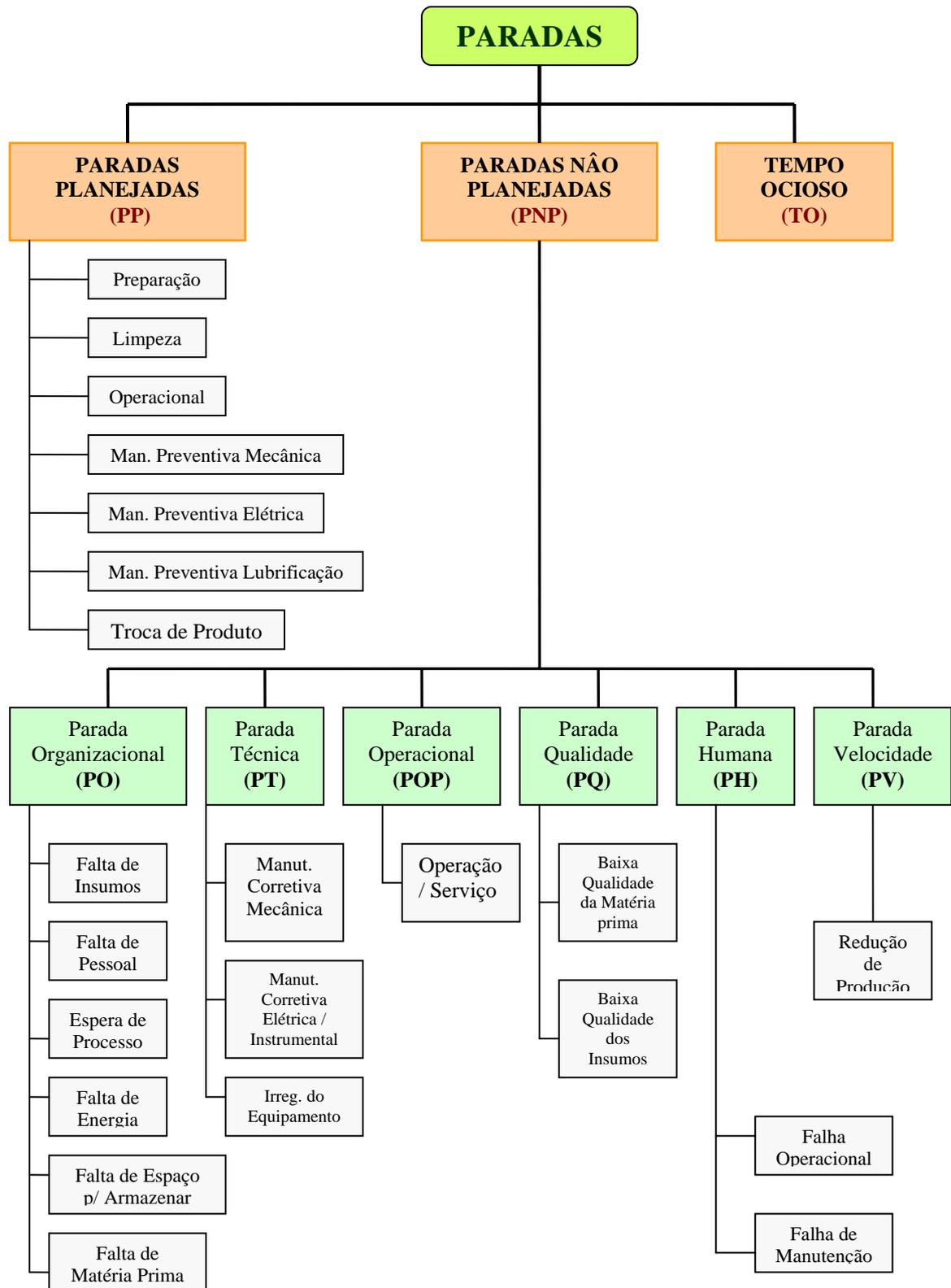


FIGURA 4: Estrutura da tipologia das paradas.

Todas as perdas de produção (paradas de linha) devem ser registradas, anotando-se a data, hora, motivo da parada (código) e o tempo durante o qual a mesma afetou a produção. Desta

maneira, é possível ao final de um período (dia, semana, mês, ou qualquer outro, a critério da empresa) realizar uma estratificação das perdas.

A Tabela 3 é um modelo de planilha proposto para a estratificação dos dados. O objetivo principal da planilha é a praticidade, para garantir uma boa acuracidade dos dados coletados.

TABELA 3: Planilha de registro de paradas.

| PLANILHA DE REGISTRO DE PARADAS | | | | | | | DATA: ___/___/___ | ÁREA/SETOR: _____ | |
|---------------------------------|--------|---------|---------|-----------|---------------|----------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ITEM | INICIO | TÉRMINO | DURAÇÃO | MOTIVO | | | MÁQUINA | CÓDIGO DE PARADA | |
| | HORA | HORA | (MIN.) | DESCRIÇÃO | CÓDIGO PARADA | CÓDIGO PRODUTO | | CÓD. | TIPO |
| | | | | | | | | 01 - PARADAS PLANEJADAS | |
| | | | | | | | | 01.01 | PREPARAÇÃO |
| | | | | | | | | 01.02 | LIMPEZA |
| | | | | | | | | 01.03 | OPERACIONAL |
| | | | | | | | | 01.04 | MANUT. PREV. MECÂNICA |
| | | | | | | | | 01.05 | MANUT. PREV. ELÉTRICA |
| | | | | | | | | 01.06 | MANUT. PREV. LUBRIFICAÇÃO |
| | | | | | | | | 01.07 | TROCA DE PRODUTO |
| | | | | | | | | PARADAS NÃO PLANEJADAS | |
| | | | | | | | | 02 - ORGANIZACIONAL | |
| | | | | | | | | 02.20 | FALTA DE ESPAÇO P/ ARMAZ. |
| | | | | | | | | 02.21 | FALTA DE MAT. PRIMA |
| | | | | | | | | 02.22 | FALTA DE INSUMOS |
| | | | | | | | | 02.23 | FALTA DE PESSOAL |
| | | | | | | | | 02.24 | ESPERA DE PROCESSO |
| | | | | | | | | 02.25 | FALTA DE ENERGIA |
| | | | | | | | | 03 - TÉCNICA | |
| | | | | | | | | 03.30 | MANUT. CORRETIVA MECÂNICA |
| | | | | | | | | 03.31 | MANUT. CORRETIVA ELÉTRICA |
| | | | | | | | | 03.32 | IRREG. DO EQUIPAMENTO |
| | | | | | | | | 04 - OPERACIONAL | |
| | | | | | | | | 04.40 | OPERAÇÃO / SERVIÇO |
| | | | | | | | | 05 - QUALIDADE | |
| | | | | | | | | 05.50 | BX. QUALIDADE DA MAT. PRIMA |
| | | | | | | | | 05.51 | BX. QUALIDADE DE INSUMOS |
| | | | | | | | | 06 - HUMANA | |
| | | | | | | | | 06.60 | FALHA OPERACIONAL |
| | | | | | | | | 06.61 | FALHA MANUTENÇÃO |
| | | | | | | | | 07 - VELOCIDADE | |
| | | | | | | | | 07.70 | REDUÇÃO DE VELOCIDADE |

4.2 Definição dos Indicadores

Após o estabelecimento das paradas e o modo como elas deverão ser estratificadas, o passo seguinte é a definição dos cálculos preliminares. Estes cálculos são necessários para a construção dos indicadores, tanto de desempenho industrial como de produtividade dos ativos.

Os cálculos preliminares são agrupados da seguinte maneira:

- **Tempo Total Disponível (TTD)** = tempo calculado analisando o tempo de permanência que os equipamentos estão disponíveis na empresa. De acordo com Shirose (1994) é o tempo programado total mostrado na Tabela 1 (vide p.11).

$$\text{TTD} = \text{número_de_dias_no_mês} \times 24 \text{ h.} \quad (\text{eq. 4})$$

- **Horas Brutas de Produção (HBP)** = devido ao fato de o tempo ocioso ser um agente externo que impede a utilização dos equipamentos, este não é considerado um tempo disponível. Ao tempo total disponível menos o tempo ocioso chamamos de horas brutas de produção.

$$\text{HBP} = \text{TTD} - \text{TO.} \quad (\text{eq. 5})$$

- **Horas Líquidas de Produção (HLP)** = é uma avaliação do tempo em que a máquina trabalha em dias normais de funcionamento, descontando apenas as paradas planejadas. Segundo Shirose (1994) é o tempo disponível conforme apresentado na Tabela 1 (vide p.11).

$$\text{HLP} = \text{HBP} - \text{PP.} \quad (\text{eq. 6})$$

- **Horas Objetivas de Produção (HO)** = é a quantidade de horas em que a máquina trabalhou descontando as paradas planejadas e não planejadas. Mede o tempo em que a máquina realmente trabalhou na sua capacidade nominal. É o tempo de operação segundo mostrado na Tabela 1 por Shirose (1994) (vide p.11).

$$\text{HO} = \text{HLP} - \text{PNP} \quad (\text{eq. 7})$$

- **Tempo Efetivo (TE)** = é o tempo em que a linha esteve em operação, independente se estava na capacidade nominal ou não. Desconsidera as perdas devido à redução de produção.

$$\text{TE} = \text{HBP} - \text{PP} - \text{PNP} + \text{PV} \quad (\text{eq. 8})$$

4.2.1 Indicadores de Desempenho Industrial

Os indicadores de desempenho industrial, assim como os de produtividade dos ativos, são estabelecidos e calculados por meio das paradas dos equipamentos. Porém, os indicadores de desempenho industrial são inseridos e avaliados dentro de uma organização como indicadores que auxiliam no planejamento estratégico. Dessa forma, gestores e engenheiros, de posse das informações sobre a eficiência, desempenho, disponibilidade e confiabilidade industrial, possam alinhar com eficiência suas ações à estratégia e a missão da empresa.

Levando sempre em consideração que os indicadores de desempenho propostos são para sistemas de processos contínuos, os indicadores são pautados da seguinte forma:

- **Eficiência % (E)** = mensura o percentual de aproveitamento do tempo em que a linha rodou na sua capacidade nominal e o tempo que foi planejado para trabalhar.

Este indicador mostra o impacto das paradas não planejadas na produção. Quanto menor forem as perdas de produção por paradas não planejadas, maior é a eficiência industrial dos ativos instalados.

É calculado da seguinte forma:

$$E = \left(\frac{HO}{HLP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 9})$$

A partir das equações 7 e 9 pode-se obter a eficiência por:

$$E = \left(1 - \frac{PNP}{HLP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 9a})$$

- **Desempenho % (D)** = é calculado o percentual de aproveitamento do tempo que deveria trabalhar com o que realmente trabalhou.

Representa o impacto de todas as paradas na produção. Este indicador leva em consideração todas as perdas ocorridas na linha, sendo planejadas ou não planejadas.

$$D = \left(\frac{HO}{HBP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 10})$$

O indicador desempenho também pode ser representado a partir das equações 6, 7 e 10.

$$D = \left(1 - \frac{(PP + PNP)}{HBP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 10a})$$

- **Disponibilidade % (Di)** = indicador que calcula percentualmente a disponibilidade dos equipamentos para a produção.

Este indicador representa o grau de disponibilidade dos ativos para a produção através das paradas técnicas ocorridas na linha. Ele é calculado conforme a equação 11.

$$Di = \left(1 - \frac{PT}{TTD} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 11})$$

- **Confiabilidade % (C)** = indicador que calcula percentualmente o grau de confiabilidade dos ativos em operar nas horas líquidas de produção.

Ele é calculado, conforme a equação 12, considerando o efeito das paradas técnicas sobre as horas líquidas de produção. Este indicador mensura o quanto se pode confiar nos ativos instalados.

$$C = \left(1 - \frac{PT}{HLP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 12})$$

4.2.2 Indicadores de Produtividade dos Ativos

Os indicadores de produtividade propostos pelo modelo permitem analisar como os ativos se comportam. A utilização dos indicadores IPA e IPAG vai além da determinação de um número que retrate a eficiência de um equipamento. Eles permitem, através de seu desdobramento, identificar onde se encontram os potenciais de melhoria de eficiência na fábrica.

Desta forma, os indicadores de produtividade avaliam esses potenciais de melhoria como sendo associados às perdas existentes no ativo que, se analisadas de maneira adequada, indicarão a direção de atuação que as equipes de trabalho deverão seguir para obter continuamente o aumento da eficiência dos equipamentos.

Os indicadores de produtividade dos ativos são agrupados da seguinte forma:

- **Índice de Produtos Aprovados % (A)** = é a porcentagem de produtos aprovados em relação à produção total.

Este índice é relativo à geração da quantidade de produtos defeituosos – QPD, que resultam em refugos e re-trabalhos. Nakajima (1989) apresenta o índice da equação 13 como sendo um índice de qualidade do produto mostrado na equação 3 (vide p.10).

$$A = \left(\frac{\text{Qtde. Produzida}}{\text{Qtde. Produzida} + \text{QPD}} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 13})$$

- **Índice de Velocidade Operacional % (V)** = é a relação percentual em que a linha rodou na capacidade nominal e o tempo total em que a mesma esteve em operação.

O índice seguinte, velocidade operacional obtido através da equação 14, é composto pelas perdas por redução de produção, ou seja, avalia o ritmo de velocidade do equipamento. Nakajima (1989) expressa este índice, apresentado na equação 2 (vide p.10), como um indicador de performance operacional.

$$V = \left(\frac{\text{HO}}{\text{HO} + \text{PV}} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 14})$$

- **Índice de Utilização Operacional % (U)** = indica o quanto foi aproveitado do tempo total disponível dos ativos.

A utilização operacional representa a relação existente entre o tempo total disponível do equipamento, dependendo do período de análise que pode ser diário, semanal ou mensal, com o tempo em que o ativo efetivamente ficou em operação.

A equação 15 também pode ser representada como um índice de disponibilidade segundo Nakajima (1989) na equação 1 (vide p.9).

$$U = \left(\frac{TE}{TTD} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 15})$$

- **Índice de Utilização Operacional Bruta % (UB)** = indica o quão é aproveitado do tempo em relação às horas brutas de produção.

Segue o mesmo propósito do indicador de utilização operacional, sendo que, este indicador considera as paradas por tempo ocioso. A equação 16 apresenta a forma de cálculo deste indicador.

$$UB = \left(\frac{TE}{HBP} \right) \times 100 \quad (\text{eq. 16})$$

- **Índice de Produtividade dos Ativos % (IPA)** = mensura o quanto se está aproveitando da capacidade dos ativos instalados.

O IPA é calculado através da multiplicação dos três índices: aprovação, velocidade e utilização, conforme mostrado na equação 17. Nakajima (1989) refere-se a este indicador como um índice de eficiência global dos equipamentos – OEE apresentado na Figura 2 (vide p.10).

$$IPA = A \times V \times U \quad (\text{eq. 17})$$

- **Índice de Produtividade dos Ativos Global % (IPAG)** = mensura o quanto se está aproveitando da capacidade dos ativos instalados considerando as paradas por tempo ocioso.

São subtraídas do tempo total disponível as paradas ocorridas por tempo ocioso. Sendo assim, o indicador apresentado na equação 18 representa a atuação dos fatores externos no aproveitamento dos ativos.

O IPAG é calculado através da multiplicação de três índices: aprovação, velocidade e utilização bruta, conforme pode ser visualizado abaixo:

$$\text{IPAG} = A \times V \times UB \quad (\text{eq. 18}).$$

Em meio a várias aplicações para os indicadores IPA e IPAG, vale destacar sua utilização como:

- *Benchmarking*, para gerar padrões de desempenho;
- Comparação da performance de diferentes células de produção dentro de uma fábrica a fim de identificar baixos desempenhos;
- Avaliação individual dos equipamentos de um processo produtivo disponibilizando informações diárias a respeito das perdas.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para dar seqüência ao atendimento dos objetivos do presente trabalho, primeiramente será apresentado o histórico da empresa onde foi realizado o estudo de caso, seguido dos dados coletados, para após apresentar os resultados obtidos e tecer análise dos indicadores calculados.

5.1 Histórico da Empresa

A COCAMAR foi criada em 27 de março de 1963, com a finalidade de interferir no processo de comercialização do café visando eliminar os atravessadores. A cooperativa contava nessa época com 46 produtores rurais, com sede em Maringá e com área de atuação em 14 municípios da região.

Durante a década de sessenta se ateuve à produção de café e algodão, mas já nesta época mantinha a preocupação de diversificar, pois a soja se destacava significativamente na região, levando a cooperativa à construção do primeiro armazém graneleiro do Paraná.

A década de setenta ficou marcada pelos grandes investimentos em instalações e equipamentos na estruturação do parque industrial da COCAMAR, o primeiro silo em “V” foi construído em 1971.

O projeto de industrialização da cooperativa, com o objetivo de instalar uma indústria de processamento da oleaginosa, foi aprovado em 1974 pelos associados e essa indústria iniciou suas atividades no ano de 1978, com capacidade para esmagamento de 1.500 toneladas/dia de soja.

Em 1983 iniciou-se o funcionamento da indústria de fios de algodão, com capacidade para produzir 3250 toneladas de fios/ano, sendo a primeira indústria desta atividade no Estado do Paraná, apesar do estado ser o maior produtor nacional de algodão.

Com a estrutura de produção de óleos vegetais, em 1984 foi implantada a refinaria de óleos vegetais com capacidade de 200 t/dia de óleo degomado, colocando o óleo refinado no mercado varejista, com as marcas Cocamar e Maringá.

O óleo Cocamar era distribuído em embalagem PVC de 900 ml. O processo de envase e as embalagens plásticas em PVC eram feitos pela própria cooperativa, tecnologia inexistente no Brasil até então.

A indústria de fios de seda iniciou suas atividades em 1985, e no ano de 1986, a indústria de fios de algodão teve duplicada sua capacidade produtiva. No final dos anos 80, a diversificação da base produtiva na COCAMAR induziu-a a ingressar na fruticultura.

No ano de 1990 foi instalada uma torrefadora de café, podendo moer, empacotar e distribuir o produto no mercado varejista. E em 1991 deu-se o início aos investimentos para implantar uma unidade para industrialização de raízes de mandioca, e em 1992 a cooperativa incorporou uma destilaria de álcool, tendo sua operação iniciada no segundo semestre de 1993.

Ainda em 1992, após desenvolvimento de estudos, decidiu-se importar sementes de canola, uma oleaginosa pouco conhecida no Brasil, como opção às culturas de inverno, ao lado do trigo. Desta forma, procedeu-se o esmagamento da primeira safra brasileira de canola e, em abril de 1993, o óleo de canola foi lançado no mercado. Neste mesmo ano iniciaram-se as operações na indústria de suco concentrado de laranja.

As exportações da cooperativa concentram-se em quatro setores: complexo soja (produto *in natura*, farelo, óleo degomado e ácido graxo); complexo algodão (óleo semi-refinado, farelo, línter, algodão em pluma e fios de algodão); e complexo café (café beneficiado).

Os principais países para os quais a COCAMAR exporta são: Alemanha, Argentina, Bélgica, Canadá, China, Coreia, Espanha, Estados Unidos, Holanda, Índia, Inglaterra, Itália, Japão, Portugal, Rússia, Singapura, Tailândia e Uruguai. As exportações representaram, ao longo do tempo, em torno de 20% da sua comercialização de produtos.

Seu parque industrial consta de indústrias de óleos (soja, algodão, canola e girassol), indústria de sucos concentrados e congelados, indústria de maionese, fiação de algodão, usina de preservação de madeira e torrefação de café. A cooperativa recebe, beneficia, industrializa e comercializa, no mercado interno e externo, óleo de soja, farelo de soja, café torrado e moído, café capuccino, fios de algodão, óleo semi-refinado de algodão, torta de algodão, óleo de canola, álcool hidratado, suco concentrado e congelado de laranja.

5.1.1 Missão e Visão Organizacional

A COCAMAR tem ética e cidadania, ela busca a satisfação de clientes e cooperados, tem um compromisso com os resultados através da qualidade dos produtos e serviços, e se preocupa com o desenvolvimento pessoal e profissional dos colaboradores e cooperados, também tem uma missão e visão que a faz ser reconhecida como uma das melhores cooperativas brasileiras.

5.1.2 Política da Organização

Obter resultados através do reconhecimento como uma organização comprometida com a qualidade, buscando a satisfação dos clientes e cooperados.

5.2 Área de Aplicação do Modelo

Em meio às várias áreas de atuação apresentadas pela cooperativa, os dados e resultados deparados nesta pesquisa são referentes à indústria de óleo de soja, apesar de o modelo estar implantado em todos os segmentos da COCAMAR. Como recomendado no capítulo 4, a implantação do modelo é para processos contínuos, o que é o caso da fábrica de óleos onde é realizado o estudo de caso.

5.3 Aplicação e Análises dos Indicadores

5.3.1 Coleta de Dados da Empresa

Os dados são coletados manualmente através da planilha configurada e apresentada na Tabela 3 (vide p.26). No final de cada dia, período estabelecido pela organização, os dados são digitados pelo planejamento e controle de produção – PCP, em um sistema de informação interno da cooperativa.

O sistema da COCAMAR tem a função de recrutar e agrupar os dados coletados pelos operadores na instalação e calcular os indicadores simultaneamente, possibilitando aos gestores e engenheiros de produção visualizar o desempenho industrial diariamente da sua área de atuação.

A Tabela 4 mostra todas as paradas ocorridas no ano de 2005 na indústria de óleo de soja. A forma de apresentação das informações é o modo como o sistema agrupa os dados nele inseridos.

TABELA 4: Paradas ocorridas em 2005.

| PERDAS DE PRODUÇÃO (PARADAS) | CÓD. | HORAS |
|-------------------------------------|-------------|--------------|
| Tempo Total Disponível | TTD | 8.760,00 |
| Tempo Ocioso | TO | 323,36 |
| Paradas Planejadas | PP | 1.183,19 |
| Paradas Não Planejadas | PNP | 680,64 |
| Parada Organizacional | PO | 97,66 |
| Parada Técnica | PT | 188,11 |
| Parada Operacional | POP | 63,98 |
| Parada Qualidade | PQ | 0,50 |
| Parada Humana | PH | 1,65 |
| Parada Velocidade | PV | 328,74 |

5.3.2 Cálculos e Resultados Preliminares

Nesta etapa são delineados os tempos considerados preliminares para posterior cálculo dos indicadores. Também são apresentados os resultados obtidos na COCAMAR durante o período de 2005, complementando o objetivo deste trabalho.

As equações 19, 20, 21 e 22 mostram os seguintes resultados:

$$\mathbf{HBP} = \mathbf{TTD} - \mathbf{TO} \longrightarrow = 8.760,00 - 323,36 \longrightarrow = \mathbf{8.436,64\ h} \quad (\text{eq. 19}).$$

$$\mathbf{HLP} = \mathbf{HBP} - \mathbf{PP} \longrightarrow = 8.436,64 - 1.183,19 \longrightarrow = \mathbf{7.253,45\ h} \quad (\text{eq. 20}).$$

$$\mathbf{HO} = \mathbf{HLP} - \mathbf{PNP} \longrightarrow = 7.253,45 - 680,64 \longrightarrow = \mathbf{6.672,81\ h} \quad (\text{eq. 21}).$$

$$\mathbf{TE} = \mathbf{HBP} - \mathbf{PNP} - \mathbf{PP} + \mathbf{PV}$$

$$= 8.436,64 - 680,64 - 1.183,19 + 328,74 \longrightarrow = \mathbf{6.901,55\ h} \quad (\text{eq. 22})$$

A Tabela 5 mostra um resumo dos cálculos preliminares. Estas informações também podem ser visualizadas no sistema.

TABELA 5: Resumo dos cálculos preliminares.

| Tempos Preliminares | CÓD. | HORAS |
|----------------------------|-------------|--------------|
| Horas Brutas de Produção | HBP | 8.436,64 |
| Horas Líquidas de Produção | HLP | 7.253,45 |
| Horas Objetivas | HO | 6.672,81 |
| Tempo Efetivo | TE | 6.901,55 |

5.3.3 Cálculos dos Indicadores de Desempenho Industrial

Por ser o primeiro ano de aplicação do modelo, os resultados obtidos não podem ser comparados com anos anteriores. Porém, serão utilizados como objetivos da empresa para o ano de 2006.

Os indicadores de desempenho industrial apresentaram os seguintes resultados:

$$\mathbf{Eficiência} = \left(\frac{\mathbf{HO}}{\mathbf{HLP}} \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{E} = \left(\frac{6.672,81}{7.253,45} \right) \times 100$$

E = 90,62 %

(eq. 23).

$$\text{Desempenho} = \left(\frac{\text{HO}}{\text{HBP}} \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{D} = \left(\frac{6.672,81}{8.436,64} \right) \times 100$$

D = 77,91 %
(eq. 24).

$$\text{Disponibilidade} = \left(1 - \left(\frac{\text{PT}}{\text{HBP} + \text{TO}} \right) \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{Di} = \left(1 - \left(\frac{188,11}{8.436,64 + 323,36} \right) \right) \times 100$$

Di = 97,85 %
(eq. 25).

$$\text{Confiabilidade} = \left(1 - \left(\frac{\text{PT}}{\text{HLP}} \right) \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{C} = \left(1 - \left(\frac{188,11}{7.253,45} \right) \right) \times 100$$

C = 97,41 %
(eq. 26).

5.3.4 Cálculo dos Indicadores de Produtividade dos Ativos

Para o cálculo do indicador de produtos aprovados são necessárias algumas informações que não são coletadas na planilha de estratificação de dados. Estas informações são adquiridas junto ao departamento de programação e controle da produção – PCP.

Na Tabela 6 pode-se visualizar as informações que devem ser adquiridas para o cálculo destes indicadores.

TABELA 6: Informações da produção em 2005.

| | | |
|--|-----|---------|
| Esmagamento de Soja em Grãos | Ton | 713.943 |
| Quantidade de Produtos Defeituosos (QPD) | Ton | 357 |

Os indicadores de produtividade dos ativos do ano de 2005 alcançaram os seguintes resultados:

$$\text{Aprovados} = \left(\frac{\text{PD}}{\text{PD} + \text{QPD}} \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{A} = \left(\frac{713.943}{713.943 + 357} \right) \times 100$$

A = 99,95 %

(eq. 27).

$$\text{Velocidade} = \left(\frac{\text{HO}}{\text{HO} + \text{PV}} \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{V} = \left(\frac{6.672,81}{6.672,81 + 328,74} \right) \times 100$$

V = 95,30 %

(eq. 28).

$$\text{Utilização} = \left(\frac{\text{TE}}{\text{TTD}} \right) \times 100 \longrightarrow \mathbf{U} = \left(\frac{6.901,55}{8.760,00} \right) \times 100$$

U = 78,78 %

(eq. 29).

$$\text{Utilização Bruta} = \left(\frac{\text{TE}}{\text{HBP}} \right) \times 100 \longrightarrow \text{UB} = \left(\frac{6.901,55}{8.436,64} \right) \times 100$$

$$\text{UB} = 81,80 \%$$

(eq. 30).

$$\text{Produtividade dos Ativos} = A \times V \times U \longrightarrow \text{IPA} = (0,9995 \times 0,9530 \times 0,7878) \times 100$$

$$\text{IPA} = 75 \%$$

(eq. 31).

$$\text{Produtividade Global} = A \times V \times \text{UB} \longrightarrow \text{IPAG} = (0,9995 \times 0,9530 \times 0,8180) \times 100$$

$$\text{IPAG} = 78 \%$$

(eq. 32).

Na Figura 5 pode-se visualizar graficamente o resultado do IPA e IPAG da cooperativa no ano de 2005.

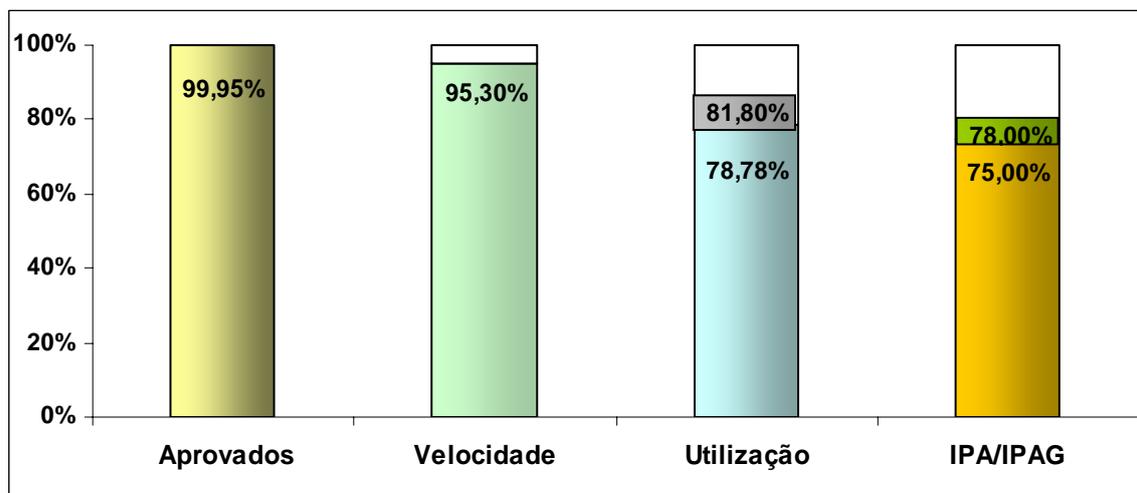


Figura 5: Gráfico dos Indicadores de Produtividade

Devido à forma de trabalho da cooperativa, o sistema da COCAMAR gera um relatório diário com um resumo de todos os indicadores de desempenho e de produtividade, conforme mostrado na Tabela 7.

TABELA 7: Relatório de Indicadores.

| INDICADORES DE DESEMPENHO INDUSTRIAL | | |
|--|----------|--------------|
| Eficiência (E) | % | 90,62 |
| Desempenho (D) | % | 77,91 |
| Disponibilidade (Di) | % | 97,85 |
| Confiabilidade (C) | % | 97,41 |
| INDICADORES DE PRODUTIVIDADE DOS ATIVOS | | |
| Produtos Aprovados (A) | % | 99,95 |
| Velocidade Operacional (V) | % | 95,30 |
| Utilização Operacional (U) | % | 78,78 |
| Utilização Operacional Bruta (UB) | % | 81,80 |
| Produtividade dos Ativos (IPA) | % | 75,00 |
| Produtividade dos Ativos Global (IPAG) | % | 78,00 |

5.4 Considerações Finais

Durante a realização do estudo de caso na COCAMAR foram constatados alguns pontos considerados cruciais para o sucesso do modelo de indicadores de desempenho e produtividade dos ativos. Estes pontos puderam ser observados durante a implantação e desenvolvimento do modelo na cooperativa, tanto quanto nos resultados gerados pelos indicadores.

A primeira observação feita no processo de implantação do modelo proposto foi de grande importância para obterem-se indicadores com um bom nível de confiabilidade. As anotações

das perdas dos ativos e a transposição para a planilha de estratificação são feitas manualmente pelos operadores.

De acordo com Noemia (2001), a coleta dos dados utilizados nos cálculos de eficiência é de acuracidade duvidosa, quando coletados e registrados manualmente em formulários pelos operadores.

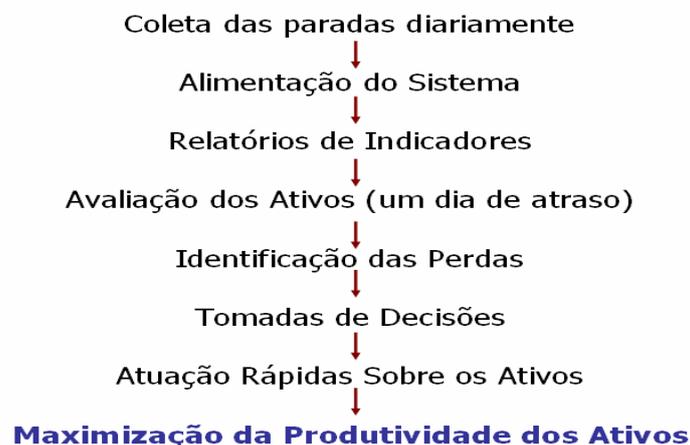
E Hansen (2002) acrescenta dizendo que, em geral uma boa coleta de dados é a chave requerida para o completo sucesso da estratégia dos indicadores de desempenho.

Diante destas premissas, foram desenvolvidos treinamentos sobre perdas de produção garantindo que os envolvidos adquirissem um bom conhecimento das paradas que ocorrem nos ativos. Além disso, palestras de conscientização foram implementadas para que todos os colaboradores da cooperativa tenham ciência dos impactos ocasionados por indicadores ilusórios.

Outra observação importante, diz respeito às rápidas tomadas de decisões no processo de análises dos resultados dos indicadores. Como já descrito, os dados coletados das perdas dos equipamentos são digitados no sistema da COCAMAR diariamente, permitindo-se o cálculo de indicadores e, conseqüentemente uma avaliação dos ativos com apenas um dia de atraso.

Devido a esta forma de trabalho, os gestores da área e os engenheiros de produção têm uma análise completa da performance dos seus ativos diariamente. Sendo assim, é possível identificar e atuar rapidamente sobre os equipamentos que estão apresentando problemas, garantindo o máximo de eficiência dos recursos produtivos (ativos) da cooperativa.

Abaixo segue a seqüência utilizada pela cooperativa na melhoria continua dos equipamentos.



5.4.1 Análise do IPA e IPAG

A multiplicação dos três índices (aprovação, utilização e velocidade) para o cálculo dos indicadores de produtividade dos ativos – IPA e IPAG (global), em um primeiro momento, pode não parecer correta.

Ao se avaliar, por exemplo, um dia de produção da fábrica de óleos, cuja capacidade nominal é de 2.500 ton/dia, e se obtenha um índice de utilização de 70%, de velocidade de 70% e de aprovação de 70%, pode-se ficar tentado a afirmar que os ativos da fábrica têm um IPA e IPAG de 70% e, portanto, uma capacidade de 1.750 ton/dia.

Contudo, considerando-se que não há tempo ocioso e que a fábrica utilize apenas 70% do tempo para operação, equivale a dizer que sua produção cai de 2.500 ton/dia para 1.750 ton/dia. Se essas 1.750 ton/dia são produzidas a uma velocidade operacional de 70% da velocidade nominal, equivale a dizer que sua produção atinge 1.225 ton/dia. Se dessas 1.225 ton/dia apenas 70% da produção é aprovada, equivale a dizer que a capacidade final de produção é de 857,50 ton/dia, ou seja, um IPA e IPAG de 34,3%, que é condizente com a multiplicação dos três índices (aprovação, utilização e velocidade).

6 Conclusão

O presente trabalho partiu da proposição de que toda decisão tomada esteja baseada em fatos, dados e informações quantitativas. Pode-se citar a máxima que *aquilo que não pode ser medido não pode ser gerenciado* e, conseqüentemente, as ações tomadas podem causar prejuízos ao tomador da decisão e à abrangência dessa decisão.

O trabalho aqui deparado considerou este contexto, propondo um modelo de indicadores como uma ferramenta utilizada na gestão e melhoria contínua dos recursos produtivos. A pesquisa teve como objetivo principal desenvolver um modelo de indicadores que mensurem o desempenho industrial e a produtividade dos ativos em organizações que apresentam processos produtivos contínuos.

De forma a alcançar os objetivos propostos, realizou-se a implementação do modelo em uma empresa alimentícia do Norte do Paraná (COCAMAR), cuja característica produtiva condiz com a definida no trabalho. O estudo de caso desenvolvido na COCAMAR, assim como os resultados e análises dos indicadores apresentados na referente pesquisa, limitou-se à fábrica de óleo de soja.

Tendo como base as seis grandes perdas determinadas por Nakajima (1989), foi necessário instituir uma tipologia de paradas, que melhor representa as interrupções mais comuns dos equipamentos instalados na empresa, e uma folha de estratificação de dados. Foram também apresentadas as memórias de cálculos dos indicadores de desempenho industrial, bem como os de produtividade dos ativos, para uma eventual necessidade de compreensão dos fatores que integram os índices.

O estudo de caso ratificou que, os indicadores de produtividade proporcionam aos envolvidos (operadores e gestores) um conhecimento real das condições e capacidade produtiva dos ativos. Já os indicadores de desempenho industrial apresentam com clareza a performance da instalação como um todo, auxiliando na melhoria contínua e no cumprimento das metas definidas no planejamento estratégico.

Analisando os resultados da empresa COCAMAR, ponderando o curto período de utilização dos indicadores, foi possível perceber que os valores do IPA e IPAG do ano de 2005, 75% e 78% respectivamente, não estão muito longe dos 85% considerado como excelente por

Nakajima (1989). Além disso, a diferença dos resultados dos indicadores, IPA e IPAG, comprovam que ocorreram paradas por tempos ociosos na linha de produção.

A introdução do indicador IPAG é de grande importância na implantação e na concepção do modelo proposto. A informação gerada por este indicador possibilita visualizar com nitidez a influência dos fatores externos dentro da organização. Tais fatores não podem ser figurados pelo indicador OEE, sendo assim, o índice de produtividade dos ativos global é o grande diferencial deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Aidil J. da Silveira, LEHFELD, Neide Ap. de Souza. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. São Paulo: MAKRON Books, 2000.
- CONTADOR, J.C. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- DURSKI, Gislene Regina. **Indicadores de Desempenho Global da Organização – Uma Proposta de Avaliação**. Florianópolis, 2004.
- FISCHMANN, A. A. **Utilização de Indicadores de Desempenho como Instrumento de Suporte à Gestão Estratégica**. In: *ANAIS DO XXIII ENCONTRO DA ANPAD*, São Paulo, 1999.
- GONÇALVES, J. P. **Desempenho Organizacional**. In *Semanário Econômico*, nº. 815, 2002.
- HANSEN, R. C. **Overall Equipment Effectiveness**. 1ª Edição. New York: Industrial Press, 2002.
- HRONEC, Steven M. **Sinais Vitais: Usando Medidas de Desempenho da Qualidade, Tempo e Custo para Traçar a Rota para o Futuro da Empresa**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- LÓTA, Vinicius R. D.; MARINS, Fernando A. S. **Determinação de Indicadores de Desempenho da Logística e do PCP**. In *XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP – 2003*. Ouro Preto.
- LUITZ, Mário Paulo; REBELATO, Marcelo Giroto. **Avaliação de Desempenho Organizacional**. In *XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP – 2003*. Ouro Preto.
- NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

- NOEMIA, R. C. P. **Indicadores de Produtividade em Cooperativas do Paraná: Um Estudo Comparativo de Casos**. Florianópolis. 2001.
- PILLMANN, Áureo J.C. **Utilização do Indicador de Eficiência Global dos Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. Porto Alegre, 2004.
- SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994.
- SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. 2^a. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- TAKASHINA, Newton T.; FLORES, Mario César X. **Indicadores da Qualidade e do Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.
- TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel.: (044) 3261-4324 Fax: (044) 3261-5874