

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Eduardo Gomes Carvalho

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO
DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS
SISTEMAS DE ENERGIA DE UMA REFINARIA
DE PETRÓLEO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de *Mestre em Ciências da Engenharia de Produção*

Orientador: Prof. Dagoberto Alves de Almeida, Dr.

Co-orientador: Prof. Alexandre Ferreira de Pinho, MSc.

Itajubá

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Eduardo Gomes Carvalho

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO
DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS
SISTEMAS DE ENERGIA DE UMA REFINARIA
DE PETRÓLEO**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 16 de setembro de 2005, conferindo ao autor o título de *Mestre em Ciências da Engenharia de Produção*.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Dagoberto Alves de Almeida (Orientador)

Prof. Dr. Roberto Alves de Almeida

Prof. Dr. João Batista Turrioni

Prof. MSc Alexandre Ferreira de Pinho

Itajubá

2005

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por esta conquista.

Agradeço a minha mãe Beatriz Gomes Carvalho e minhas irmãs Ana Carolina Gomes Carvalho e Viviane Gomes Carvalho pela compreensão quanto as ausências tão necessárias para a construção deste trabalho.

Agradeço também a minha esposa Ana Carolina Costa Moreira Carvalho pelo apoio e incentivo dado durante os momentos de dificuldade.

Devo agradecer sinceramente ao Professor Alexandre Ferreira de Pinho por todo o trabalho, paciência, amizade e auxílio prestado, não somente neste trabalho, mas durante todo o período que caminhamos juntos.

Agradeço ao Professor Dagoberto Alves de Almeida pelas orientações prestadas.

Agradecimentos ao Engenheiro Carlos Augusto Arentz Pereira, ao Engenheiro Antônio Carlos da Silva Lopes e Engenheiro Cândido Luis Queiroz da Silva, além de todo o pessoal da Petrobrás pela assistência prestada no desenvolvimento deste trabalho.

Devo também especiais agradecimentos ao Professor Fabiano Leal não somente pelo auxílio neste trabalho, mas também pela amizade oferecida.

Gostaria de agradecer a todos os professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIFEI em especial ao Professor Carlos Eduardo Sanches Silva, ao amigo Israel Braz Vieira e tantos outros companheiros que incentivaram este trabalho.

Não poderia também deixar de prestar meus agradecimentos ao UNIS-MG pelo apoio prestado na forma de incentivo dos colegas desta instituição. Também devo agradecer aos Professores João Batista Turrioni e Roberto Alves de Almeida pelas sugestões prestadas para a confecção deste trabalho

Agradeço

RESUMO

O presente trabalho visa desenvolver um sistema de informação para gestão baseado no desempenho operacional. O Sistema de Informação será definido para atender as especificidades do setor de energia de uma refinaria petrolífera, seus processos e equipamentos.

O Sistema em proposição é um instrumento de gestão que avalia a maneira como o sistema energético desempenha suas atividades operacionais através de um sistema de medição de desempenho. O sistema se utiliza de indicadores de desempenho especificamente desenvolvidos para ordenar as ocorrências das falhas seguindo os critérios do *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Este sistema utiliza o próprio banco de dados disponível na organização, especificamente, informações relativas ao registro de anormalidades.

Este trabalho utiliza ainda um questionário com intuito de obter informações sobre a percepção dos usuários do sistema quanto a utilização do sistema de informação para gestão baseado no desempenho operacional.

Para tanto, utilizou-se a metodologia *Soft System Analysis* (SSA) para validar os resultados finais da pesquisa situam o grau de aplicabilidade prática de tal sistema na empresa, e provêem ainda um conjunto de proposições para aplicação na empresa com a finalidade de melhorar seus processos.

ABSTRACT

The present work aims to develop an information system for management based on the operational performance. The information system will be defined to deal with the specificities of the energy sector of a petroliferous refinery, its processes and equipment.

The system, in proposal, is an instrument that evaluates the energy system operational activities performance. Moreover, the system utilizes performance measures indicators, particularly developed, to arrange failure occurrences according to the FMEA approach (occurrences, severity and detection). This system uses the data base available in the organization, such as the register of abnormalities.

This work uses a set of performance measurement indicators, specially developed to the operational processes of the refinery in order to prioritize the occurrences.

This work also uses a questionnaire to obtain information from the users, according to the Soft System Analysis Methodology.

The research point out the degree of practical applicability of the system in the company. In order to improve, the system capabilities the research provides several suggestions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1	O Sistema de Informação	3
Figura 1.2	Estágios da metodologia SSA	4
Figura 2.1	Conceituação de erro, falha e falta	9
Figura 2.2	Classificação das falhas	10
Figura 2.3	Causa das falhas	10
Figura 2.4	Objetivos de Desempenho	17
Figura 2.5	Parâmetros de Desempenho	18
Figura 2.6	Planejamento e medição.	21
Figura 2.7	Fases do desenvolvimento de sistemas de medição	27
Figura 2.8	Matriz de intensidade da informação	31
Figura 2.9	Processo de obtenção da informação de qualidade	32
Figura 2.10	Sistema de Informações	35
Figura 2.11	Exemplo de diagrama de classes.	43
Figura 2.12	Exemplo de diagrama de objetos.	44
Figura 2.13	Exemplo de diagrama de componentes.	44
Figura 2.14	Exemplo de diagrama de implantação.	45
Figura 2.15	Exemplo de diagrama de caso de uso.	46
Figura 2.16	Exemplo de diagrama de seqüências.	46
Figura 2.17	Exemplo de diagrama de colaboração.	47
Figura 2.18	Exemplo de diagrama de gráfico de estados.	47
Figura 2.19	Exemplo de diagrama de gráfico de atividades.	48
Figura 3.1	Estágio 1 da SSA	49
Figura 3.2	Organograma REDUC	50
Figura 3.3	Oferta Interna de Energia	53
Figura 3.4	Derivados: Perfil de Demanda x Produção	53
Figura 3.5	Sistema Energético da REDUC	56
Figura 3.6	Estrutura básica de uma instalação de cogeração	57
Figura 4.1	Estágios 2 e 3 da SSA	59
Figura 4.2	Tela de entrada do ROA	62
Figura 4.3	Valor atribuídos as diferentes políticas de manutenção	66
Figura 5.1	Estágio 4 da SSA	68
Figura 5.2	Diagrama de caso de uso do SGO	75

Figura 5.3	Diagrama de classes do SGO	76
Figura 5.4	Diagrama de componentes do SGO	77
Figura 5.5	Diagrama de execução do SGO	77
Figura 5.6	Tela inicial do SGO	78
Figura 5.7	Tela principal do SGO	79
Figura 5.8	Dados Brutos da REDUC	80
Figura 5.9	Origens da Ocorrência	81
Figura 5.10	Recomendações da Ocorrência	81
Figura 5.11	Conseqüências da Ocorrência	82
Figura 5.12	Indicador IOF	83
Figura 5.13	Indicador IGF	84
Figura 5.14	Indicador IPF	84
Figura 5.15	Configuração da Gravidade e do fator SMS das falhas	85
Figura 5.16	Configuração de pesos dos sistemas	86
Figura 5.17	Configuração de pesos dos equipamentos	86
Figura 6.1	Estágios 5 e 6 da metodologia SSA	88

LISTA DE TABELAS

Quadro 2.1	Comparação entre a medição de desempenho tradicional e não-tradicional	25
Quadro 2.2	Atividades da cadeia de valores	30
Quadro 3.1	Capacidade autorizada de refino do sistema Petrobrás	54
Quadro 4.1	Potencialidade e Fator SMS para cada falha	65
Quadro 4.2	Fator de detecção de cada falha	66
Quadro 5.1	Parâmetro horário	72
Quadro 5.2	Parâmetro sazonalidade	72
Quadro 5.3	Parâmetro sistema	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Relevância do Trabalho	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura do Trabalho	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Considerações iniciais	7
2.2. Falhas	7
2.2.1. Conceito de falhas e causas	8
2.2.2. Análise e prevenção de falhas	11
2.2.2.1. Análise de efeitos e modos de falhas (FMEA)	12
2.2.2.2. Mensuração das falhas	13
2.2.2.3. Manutenção	14
2.2.3. Considerações adicionais a respeito de falhas	15
2.3. Medição de desempenho	15
2.3.1. Conceitos sobre medição de desempenho	16
2.3.2. Sistemas orientados para a mensuração de resultados financeiros	22
2.3.3. Sistemas de medição emergentes (não-tradicionais)	24
2.3.4. Desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho	25
2.3.5. Os paradigmas na medição de desempenho	27
2.3.6. Considerações adicionais a respeito de medição de desempenho	29
2.4. Gestão da Informação	29
2.4.1. O valor da informação para as empresas	30
2.4.1.1. A qualidade da informação	31
2.4.1.2. A informação proporcionando vantagem competitiva	32
2.4.2. A Tecnologia da Informação	33
2.4.3. Os Sistemas de Informação	34
2.4.4. Importância dos Sistemas de Informação	35
2.4.5. Classificação dos Sistemas de Informação	36
2.4.6. <i>Business Intelligence</i>	38
2.4.7. Considerações adicionais a respeito de gestão da informação	39

2.5.	Engenharia de Software	39
2.5.1.	Conceitos sobre Engenharia de Software	40
2.5.2.	A Unified Modeling Language (UML)	41
2.5.3.	Considerações adicionais a respeito da engenharia de software	48
3.	CENÁRIO	49
3.1.	Considerações iniciais	49
3.2.	A empresa	50
3.3.	A indústria petrolífera	51
3.3.1.	Aspectos políticos do mercado petrolífero nacional	52
3.3.2.	Aspectos econômicos do mercado petrolífero nacional	53
3.4.	Refinaria de petróleo	54
3.4.1.	O Sistema Energético	55
3.4.2.	Setor de utilidades	57
3.5.	Considerações Adicionais	58
4.	COLETA DE INFORMAÇÕES	59
4.1.	Considerações Iniciais	59
4.2.	Considerações metodológicas	60
4.3.	Coleta de dados históricos	60
4.4.	Escopo da pesquisa não-estruturada	63
4.5.	Considerações Adicionais	67
5.	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO	68
5.1.	Considerações Iniciais	68
5.2.	O Sistema de Medição de Desempenho	70
5.2.1.	IOF – Indicador de Ocorrência de Falhas	70
5.2.2.	IGF – Indicador de Gravidade de Falhas	68
5.2.3.	IPF – Indicador de Potencialidade de Falhas	72
5.3.	O Projeto do Sistema	73
5.3.1.	Diagrama de Caso de Uso	74
5.3.2.	Diagrama de Classes	74
5.3.3.	Diagrama de Componentes	75
5.3.4.	Diagrama de Execução	75

5.4.	O Sistema	78
5.5.	Considerações Adicionais	87
6.	ANÁLISE DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO	88
6.1.	Considerações Iniciais	88
6.2.	Análise do Questionário	89
6.3.	Propostas de mudanças	90
6.3.1.	Registro de duração da anormalidade	90
6.3.2.	Padronização de falhas	91
6.3.3.	Mapeamento das falhas	91
6.4.	Considerações finais	92
7.	CONCLUSÕES	93
7.1.	Considerações Iniciais	93
7.2.	Conclusões metodológicas	93
7.3.	Conclusões sobre o sistema de gestão de desempenho operacional	94
7.4.	Recomendações para trabalhos futuros	96
	APÊNDICE A	97
	APÊNDICE B	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	ANEXO A	117
	ANEXO B	118

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 - Relevância do Trabalho

As falhas colaboram na redução da produtividade do sistema. Através de conhecimentos mais precisos torna-se possível administrar adequadamente os recursos da empresa, tanto técnicos quanto materiais e administrar adequadamente tais recursos significa aumentar a vantagem competitiva da empresa num ambiente cada vez mais concorrencial.

Através do acompanhamento do desempenho dos vários setores e equipamentos, a empresa terá a oportunidade de atuar gerencialmente nos problemas realmente graves, focando esforços e recursos de maneira condizente com os problemas em questão. Como decorrência, um acompanhamento sistemático permitirá avaliar o sucesso das intervenções efetuadas.

O desempenho de um sistema pode ser analisado sob enfoques globais, parciais e unitários e é dependente de um complexo inter-relacionamento de vários parâmetros. Neste contexto existem pelo menos sete parâmetros distintos que refletem o desempenho de um sistema organizacional: eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, qualidade de vida de trabalho, criatividade e lucratividade. Cada organização de uma forma ou de outra possui indicadores de desempenho associados a um ou mais desses parâmetros (SINK, 1985).

Melhoras no sistema de manutenção podem repercutir no processo produtivo (como disponibilidade dos equipamentos, redução de custos e redução de re-trabalhos derivados de avarias), no produto (como maior qualidade e garantia do serviço) e nas condições de operações dos trabalhadores (como redução de acidentes de trabalho), entre outras.

As organizações necessitam se tornar menos susceptíveis as falhas, sabendo preveni-las ou mesmo tratá-las. Entretanto, segundo Rausand e Oien (1996), a qualidade da análise das falhas dependem fortemente da qualidade dos dados a serem utilizados.

Uma empresa enfatizando o parâmetro de desempenho qualidade poderá apurar indicadores internos e externos de falhas. Segundo Davis et al. (2001) um fator-chave para o sucesso das organizações é sua capacidade de medir seu desempenho. Ainda de acordo com o mesmo autor, tal informação, em uma base temporal contínua, fornece aos gerentes dados que irão permitir que se verifique se as metas ou padrões esperados foram alcançados.

Ottoboni (2002) afirma que os indicadores de desempenho são imprescindíveis na avaliação do desempenho corrente das empresas e, também, no acompanhamento do progresso alcançado e permitem a comparação do seu desempenho com o desempenho de outras empresas do setor.

Em suma, o sistema de informação deverá fornecer instrumentos capazes de garantir transparência para os processos de planejamento do sistema de gestão e controle do sistema físico e operacional, possibilitando a obtenção de melhorias crescentes em seus processos.

1.2 - Objetivo

O presente trabalho visa desenvolver um modelo de sistema de informação para gestão baseado no desempenho operacional. O Sistema de Informação será definido para atender as especificidades no setor de utilidades do setor de energia de uma refinaria petrolífera, seus processos e equipamentos.

O pressuposto do processo gerencial é a avaliação da situação real através de uma monitoração sistemática e contínua que permita a interferência gerencial consubstanciada em ações corretivas e preventivas. A monitoração da situação real pode ser efetivada por meio de um sistema de indicadores e a interferência gerencial através de projetos de melhorias, decorrentes de um programa estruturado de melhorias contínuas complementares.

Desta maneira, os objetivos do presente trabalho podem ser assim definidos:

1. Desenvolver um sistema de indicadores capaz de direcionar a escolha da política de manutenção;
2. Viabilizar o sistema de indicadores de desempenho através de um sistema de informação;
3. Validar o sistema de informação coletando dados a respeito das percepções dos usuários através de um questionário e entrevistas seguindo a metodologia SSA. Desta maneira será verificado se o sistema atende as demais práticas de gestão.

1.3 - Metodologia

A presente dissertação será desenvolvida como parte de um trabalho conjunto do Grupo de Gestão da Produção da Universidade Federal de Itajubá com um grupo de especialistas do Sistema de Energia da Refinaria Duque de Caxias, e está dividida da seguinte forma:

1. Execução de diagnóstico;
2. Padronização de falhas;
3. Mapeamento do processo de formação da falha;
4. Desenvolvimento de indicadores de desempenho;
5. Desenvolvimento do modelo de Sistema de Informação para gestão de falhas baseado em indicadores quali-quantitativos de desempenho operacional.

As fases de um a quatro estão sendo desenvolvidas pelo Grupo de Gestão da Produção e a fase cinco refere-se ao assunto desta dissertação.

As fases estão sintetizadas na *figura 1.1*.

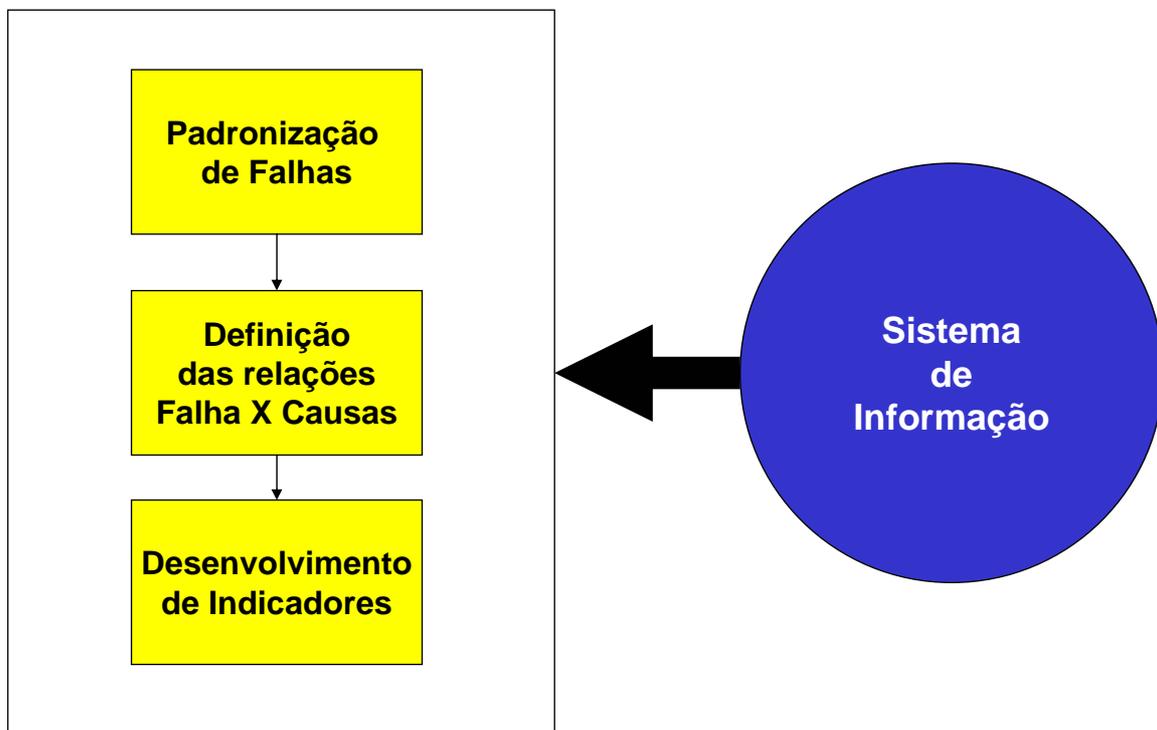


Figura 1.1 – O Sistema de Informação

O modelo será apresentado via algoritmo circunstanciado, o qual será automatizado através de software, sendo este desenvolvido via linguagem visual. Um modelo de sistema de informação valida o modelo para a gestão do desempenho operacional, pois além de adaptá-lo a esta organização, este viabiliza seu uso por um usuário de informática de qualquer natureza.

O presente estudo foi desenvolvido segundo a metodologia SSA (Soft System Analysis), que segundo Clegg & Walsh (1998), é principalmente um método para investigação de problemas localizados no sistema. O método é utilizado para planejar e

implementar mudanças (Senna, 2003), embora possa ser utilizado também no delineamento de novos sistemas. Ainda conforme Clegg & Walsh (1998), a metodologia SSA é organizada em estágios, conforme demonstra a *figura 1.2*, sendo estes estágios:

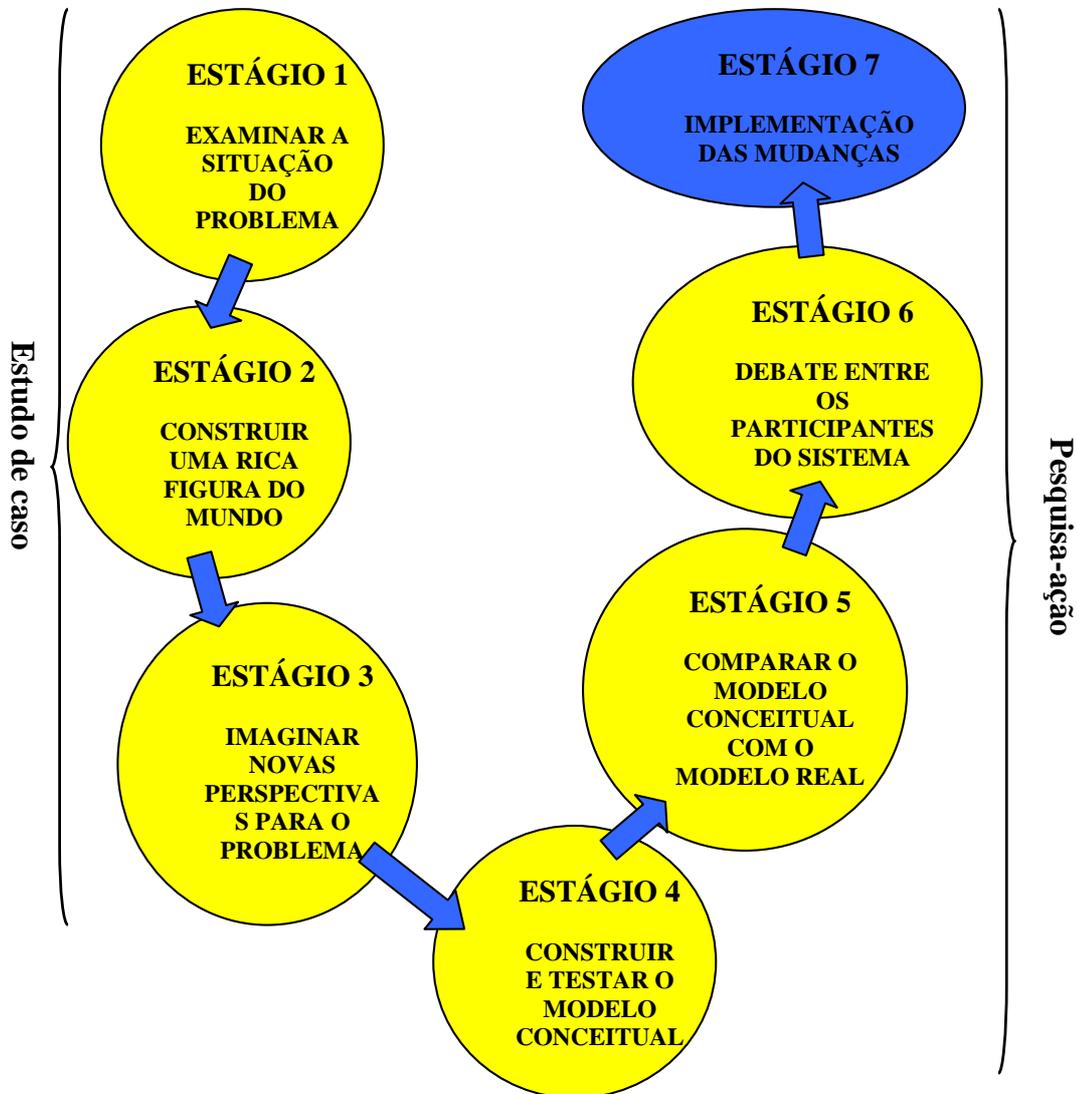


Figura 1.2 – Estágios da metodologia SSA

Fonte: Adaptado de Clegg & Walsh (1998)

- **Estágio 1:** Neste estágio o analista começa a identificar o escopo do sistema e a situação do problema que está sob análise, e negocia o programa de ação para a coleta de dados com os participantes do sistema, identificando as pessoas-chave para a coleta de dados.
- **Estágio 2:** Este estágio requer a ampla coleta de dados que são relevantes para o sistema. A coleta de dados pode ser executada de diferentes maneiras, incluindo, por exemplo, entrevistas, observação dos participantes e questionários. Ao término deste estágio, há uma rica visualização da situação. Entretanto, esta visualização não é uma representação sistêmica

no domínio do problema, nem uma categorização do problema. O analista deve limitar-se, neste estágio, à construção de um modelo explanatório da situação do problema.

- **Estágio 3:** Neste estágio o analista e os participantes procuram novas perspectivas para visualizar a situação do problema. O analista seleciona as perspectivas que ele acredita serem importantes para o sistema. Contudo, o processo de seleção (análise) é elaborado levando-se em conta o que faz maior sentido ao analista.
- **Estágio 4:** Considerado o estágio conceitual, o analista desenvolve o modelo do que o sistema deve fazer para encontrar as perspectivas selecionadas. Neste estágio não há necessidade de se fazer a ligação com o mundo real.
- **Estágio 5:** Este estágio envolve a comparação entre o modelo conceitual, desenvolvido no estágio 4, e o mundo real, realizada no estágio 2. Esta comparação irá levar à identificação das possíveis mudanças no sistema que está sob análise. Como resultado deste estágio tem-se uma lista de possíveis mudanças, ordenadas em tópicos para posterior debate. Esta lista refere-se à identificação de atividades presentes, ausentes, questionáveis ou problemáticas.
- **Estágio 6:** Neste estágio a lista de tópicos, com as possíveis mudanças, é debatida entre os participantes do sistema. A premissa deste debate é identificar se estas mudanças são ambas sistematicamente desejáveis e culturalmente possíveis, ou seja, *sistematicamente desejáveis* são as mudanças que realmente fazem senso em termos de sistema. *Culturalmente possíveis* são as mudanças que realmente interessam aos participantes do sistema. Somente as mudanças que possuem ambas as considerações poderão ser implementadas. Como resultado deste estágio tem-se o acordo do conjunto de mudanças possíveis a serem implementadas.
- **Estágio 7:** Este estágio envolve a implementação das mudanças que foram acordadas, ambas possíveis e desejáveis.

Os estágios de 1 a 3 foram desenvolvidos utilizando o conceito de estudo de caso, pois segundo Yin (1985) o pesquisador não tem controle sobre os eventos, sendo que estes estágios se referem a um diagnóstico, isto é, coleta de dados e análise para incorporação no sistema de informação em desenvolvimento, ou seja, também pode-se afirmar que em termos temporais os eventos estudados já haviam ocorrido, o que não permitiu ao pesquisador interferir. O pesquisador nestes estágios manteve-se passivo, isto é, sem intervir diretamente na realidade em estudo, desta forma evitando “viciar” o objeto de estudo. Neste contexto, esta etapa da pesquisa caracteriza-se como um típico estudo de caso.

Todavia, seguindo a metodologia SSA, para os estágios de 4 a 6 deste estudo foi utilizado o conceito da pesquisa-ação que, conforme Bryman (1989), é semelhante à pesquisa social aplicada, no qual o pesquisador e o cliente do estudo colaboram no desenvolvimento do diagnóstico para uma solução do problema, assegurando achados que contribuirão para o estoque de conhecimentos em um particular domínio empírico. Pois ao testar o modelo teórico na realidade prática, esta realidade sofre alterações, ainda que em termos de necessidade de uma nova formatação, pois o pesquisador acompanha em termos de temporalidade os eventos que ocorrem.

O estágio 7 desta pesquisa não foi realizado por limitações do pesquisador em estar implementando estas mudanças, o que poderia vir a caracterizar ingerência do mesmo em relação a unidade produtiva.

1.4 - Estrutura do Trabalho

Uma revisão bibliográfica dos assuntos envolvidos na dissertação será conduzida no capítulo 2 com vistas a situar o leitor em assuntos como falhas, indicadores de desempenho, gestão da informação e engenharia de software. No capítulo 3 será apresentado o cenário onde será conduzida a pesquisa, no caso a REDUC (Refinaria Duque de Caxias). No capítulo 4 será relatado como foi conduzido o processo de coleta de dados. No capítulo 5 será relatado como foi conduzido o desenvolvimento do sistema de informação. No capítulo 6 será realizadas a análise e validação do sistema de informação e por fim as conclusões serão apresentadas no capítulo 7 como fechamento da dissertação.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Considerações iniciais

Este capítulo tem o objetivo de realizar uma revisão bibliográfica dos assuntos abordados nesta dissertação e está dividido em quatro partes.

Inicialmente são abordados os conceitos básicos sobre falhas e ferramentas para análise e detecção de falhas; logo após são abordados aspectos referentes aos sistemas de medição de desempenho, onde são revistos os principais tipos de sistemas de medição de desempenho; e em seguida são abordados conceitos sobre gestão da informação onde conceitua-se a informação e sua importância, além dos tipos de sistemas de informação; e finalmente são abordados conceitos básicos a respeito da engenharia de software, onde verificam-se as principais técnicas de engenharia de software.

2.2 – Falhas

Como o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de informação para gestão de falhas, com base no desempenho operacional, deve-se compreender o conceito de falhas, como analisá-las e como preveni-las, para que possa haver gestão efetiva das mesmas, de modo, a minimizar ou eliminá-las do ambiente organizacional.

Segundo Fagundes (2005), as organizações almejam continuamente a redução e eliminação das falhas que estão inerentes aos seus produtos ou serviços. Em alguns casos esta busca se deve ao fato das falhas realmente não poder existir, mas em outros casos a redução de falhas está ligada com a vantagem competitiva, ou seja, quanto mais isentos de falhas forem os produtos e serviços que determinada empresa é capaz de fornecer ao cliente final, maior admiração terá destes mesmos clientes.

De acordo com Rausand e Oien (1996), a falha representa um conceito fundamental para a análise de confiabilidade, sendo a falha definida como o término da habilidade de um item para o desempenho de uma requerida função. A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência. Apesar de Slack et al. (1999) salientarem que as falhas são inevitáveis, isto não significa que não seja possível minimizá-las, pois nem todas são igualmente graves.

Entretanto de acordo com Helman e Andrey (1995) a previsão das falhas e adoção de medidas preventivas, desde a etapa de elaboração do projeto do produto e/ou processo até sua execução significa aumentar a confiabilidade. Sellitto et al. (2002) eefinem confiabilidade como uma função probabilidade (0 a 1) que varia ao longo do tempo de operação.

2.2.1 – Conceito de falhas e causas

O termo "falha" é freqüentemente confundido com os termos "falta" e "erro". Segundo Rausand e Oien (1996), existem várias definições para estes termos. De acordo com o capítulo 191 - Dependability and quality of service - do *International Elettrotechnical Vocabulary* do *International Elettrotechnical Comission* (IEC) um erro é a discrepância entre um valor (ou condição) medido, observado ou computado, e a verdade (especificada ou teoricamente correta). Um erro não é uma falha pelo fato de estar dentro de limites aceitáveis de desvio de um desempenho desejado (valor alvo).

Ainda de acordo com este capítulo, a falha é o evento onde a função requerida é interrompida, excedendo os limites aceitáveis, enquanto a falta é o estado de um item caracterizado pela impossibilidade de desempenhar uma requerida função, excluindo as situações de parada por manutenção preventiva (ou ações programadas) e paradas por falta de recursos externos. A falta é, portanto, um estado conseqüente. A **Figura 2.1** demonstra a relação entre falha, erro e falta.

Como salientam Rausand e Oien (1996) a distinção entre falha e erro é essencial na análise de falhas, porque esta descreve os limites entre o que deixa ou não deixa de ser considerado falha.

Segundo o capítulo 191 - Dependability and quality of service - do *International Elettrotechnical Vocabulary* do IEC, a causa da falha pode ser definida como sendo a circunstância, durante o projeto, manufatura ou uso, na qual tenha conduzido à falha. A causa da falha é parte necessária da informação para evitar a falha ou sua reincidência.

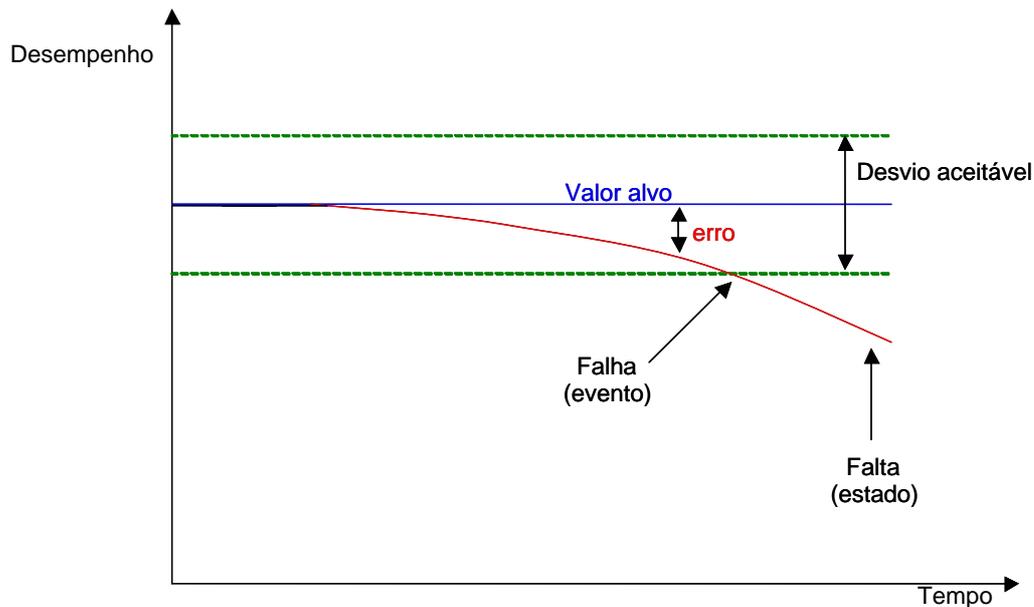


Figura 2.1 – Conceituação de erro, falha e falta.

Fonte: Rausand e Oien (1996)

Rausand e Oien (1996) classificam as falhas em:

- **Falhas intermitentes:** falhas que resultam na perda de algumas funções somente por um período muito pequeno de tempo.
- **Falhas estendidas:** falhas que resultam na perda de algumas funções até que algumas partes sejam reparadas ou substituídas. Podem ser divididas em:
 - **Falhas completas:** falhas que causam a perda completa da função requerida.
 - **Falhas parciais:** falhas que conduzem a perda de algumas funções, mas não causam a perda completa da função requerida.
- **Falhas súbitas:** falhas que não podem ser detectadas através de testes ou exames preventivos.
- **Falhas graduais:** falhas que podem ser detectadas através de manutenção preventiva.
- **Falhas catastróficas:** a falha que é súbita e completa.
- **Falhas degradativas:** a falha que é gradual e parcial.

A **figura 2.2** representa a relação entre estas falhas.

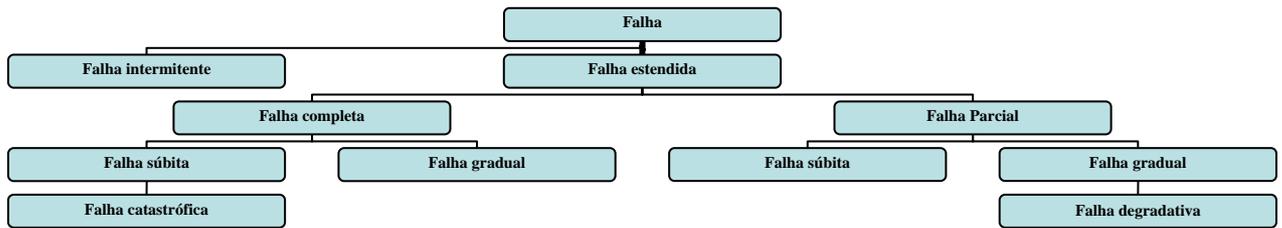


Figura 2.2 – Classificação das falhas

Fonte: Rausand e Oien (1996)

Ainda de acordo com o capítulo 191 - Dependability and quality of service - do *International Electrotechnical Vocabulary* do *International Electrotechnical Commission* as causas das falhas podem ser classificadas em relação ao ciclo de vida, conforme pode-se observar na *figura 2.3*, em que as causas são definidas como:

- **Falha de projeto:** falhas diretamente relacionadas com o projeto inadequado.
- **Falha por debilidade:** falhas quando o item projetado é relativamente fraco para a pressão de trabalho que é exercida sobre ele.
- **Falha de manufatura:** falhas diretamente relacionadas a não-conformidades durante a fabricação de um item.
- **Falha por envelhecimento:** falhas que possuem uma probabilidade crescente de ocorrer com o passar do tempo, como resultado do processo de uso do item.
- **Falha por excesso de uso:** falhas que ocorrem quando o item é utilizado além da capacidade para qual este foi projetado.
- **Falha por utilização incorreta:** falhas causadas pela utilização incorreta do item.

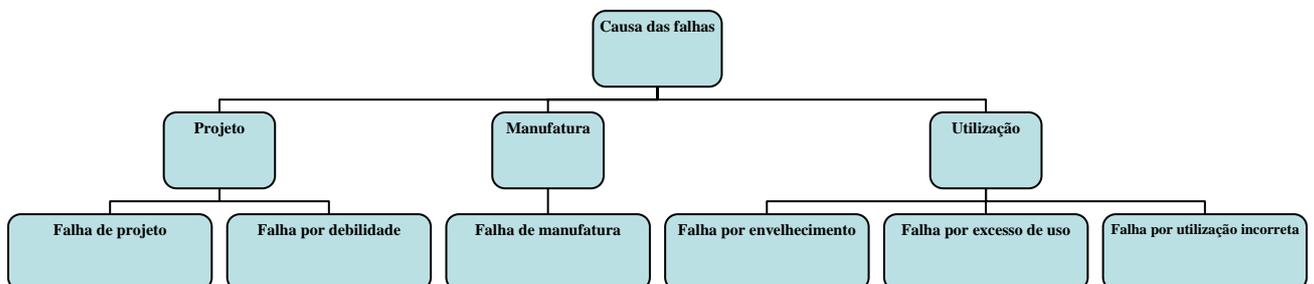


Figura 2.3 – Causa das falhas

Fonte: Rausand e Oien (1996)

2.2.2 – Análise e prevenção de falhas

Conhecer os conceitos de falhas e causas são importantes, entretanto, é importante distinguir as principais abordagens para análise de falhas.

Sellitto et al. (2002) citam como principais técnicas para análise de falhas:

- **Análise por Árvore de Falhas (FTA – Fault Tree Analysis):** Estrutura as falhas de modo hierárquico, onde uma falha primária, ou evento de topo pode ser causado por diversas falhas secundárias, que por sua vez são consequência de possíveis falhas terciárias e assim por diante, até que se atinja o último nível significativo de falha. A cada modo de falha é associada uma probabilidade, geralmente obtida em base empírica.
- **Análise de Weibull:** técnica concebida por Waloddi Weibull, físico sueco, em 1937, e publicada no *Journal of Applied Mechanics* da *American Society of Mechanical Engineering*, em 1951, usualmente com o seguinte formato:
 - Coleta de amostras de tempos até a falha do objeto;
 - Plotagem dos tempos em papel de probabilidade ou uso de software estatístico para verificação de aderência à distribuição de Weibull e estimativa de seus parâmetros. Havendo curvaturas ou coeficiente de determinação (r^2) distante de 1, tem-se mistura de modos de falha, ou seja, os dados provêm de mais de uma população ou outra distribuição deve ser tentada;
 - Uso dos parâmetros da distribuição para previsão de falhas;
 - Uso de cálculos econômicos pertinentes envolvendo custos e riscos para gerar ações corretivas como políticas de inspeção, reparos ou trocas.
- **Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA - Failure Mode and Effect Analysis):** Método de análise de produto (equipamento) ou processo, usado para identificar os possíveis modos de falha e determinar seu efeito sobre o desempenho do objeto. Para que se calcule o risco (probabilidade de falha vs. severidade dos efeitos vs. probabilidade de detecção da falha), e se hierarquizem os modos de falhas, investigam-se:
 - Os modos potenciais de falhas;
 - Os efeitos e os danos causados pelas falhas;
 - A severidade do efeito;

- O mecanismo ou causa da falha;
- A probabilidade de se dar a falha;
- A possibilidade de detectar a falha antes do efeito gerar suas conseqüências;
- Como eliminar ou ao menos reduzir o efeito da falha.

Entretanto, devido à quantidade relevante de estudos utilizando FMEA (DEVADASAN et al., 2002; BRAGLIA, 2000; BRAGLIA et al., 2003; HOSKINS et al., 1998) e suas características alinhadas aos objetivos deste trabalho, o FMEA foi selecionado como técnica utilizada para este estudo.

2.2.2.1 – Análise de efeitos e modos de falhas (FMEA)

Segundo Braglia (2000), FMEA é também conhecida na literatura como FMECA (*failure mode, effects and criticality analysis*) e provavelmente é a mais popular técnica para análise do modo de falhas e melhoria da confiabilidade. Braglia (2000) também cita como principais vantagens do FMEA:

- É uma ferramenta fácil de ser entendida e utilizada;
- É um procedimento sistêmico que pode ser organizado em um programa de computador baseado em um banco de dados;
- Identifica debilidade no projeto do sistema, focando atenção em poucos componentes;
- É utilizável na comparação de projetos.

O mesmo autor também cita como passos críticos para a utilização do FMEA:

- Listagem de subsistemas e partes do sistema (análise funcional);
- Listagem e descrição de todos os modos de falhas para a parte considerada;
- Uma taxa crítica é calculada para medir o nível do risco para cada falha em termos de fatores como a probabilidade de falhas ou a severidade da falha;
- Ranquear as falhas de acordo com a taxa crítica;
- Tomar providência para os problemas de alto-risco;
- Checar a efetividade das ações adotada e revisar a análise de riscos.

É calculado um *número de prioridade de risco* (NPR) conforme pode-se observar na *equação 2.1* para cada causa potencial de falha. Então ações que visam prevenir falhas são aplicadas às causas cujo NPR indicam justificar prioridade. Braglia (2000) indica o cálculo do NPR como sendo:

$$\text{NPR} = S_f \times S_d \times S \quad (\text{eq. 2.1})$$

Onde:

- $S_f \rightarrow$ probabilidade de a falha ocorrer;
- $S_d \rightarrow$ probabilidade de a falha ser detectada;
- $S \rightarrow$ severidade do efeito da falha.

Como parte desta avaliação crítica é calculado um *número crítico* (NC) conforme *equação 2.2*:

$$\text{NC}_i = \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \lambda_p \cdot t. \quad (\text{eq. 2.2})$$

Onde:

- $\alpha_i \rightarrow$ taxa do modo de falha;
- $\beta_i \rightarrow$ probabilidade de efeito da falha;
- $\lambda_p \rightarrow$ taxa da falha da parte;
- $t \rightarrow$ tempo de operação.

Vale acrescentar que Almeida et al. (2005) sugerem que o NPR possa ser utilizado para prever possibilidades futuras, considerando previsões de ocorrência de falhas de acordo com indicadores de sazonalidade.

2.2.2.2 - Mensuração das falhas

Existem três formas principais de medir falhas:

- Taxas de falhas – com que frequência uma falha ocorre;
- Confiabilidade – a probabilidade de uma falha ocorrer;
- Disponibilidade – o período de tempo útil disponível para a operação.

Taxa de falhas e confiabilidade são diferentes formas de medir a tendência de uma produção ou parte dela falhar. Já a disponibilidade é uma medida das conseqüências da falha na produção.

Entretanto além das formas consideradas por Slack et al. (1999) para mensuração de falhas existem outros autores (BASSO et al., 2004; KEREN et al., 2003) que desenvolvem indicadores para análise de falhas, muitas vezes específicos a uma determinada área.

Basso et al (2004) propõe indicadores para sistemas de gerenciamento de segurança e investigação de incidentes em indústrias através de dados históricos analisados através de um software que permite a tomada de medidas preventivas.

Keren et al. (2003) propõe um modelo algébrico para um sistema de medição de desempenho para análise de falhas em indústrias químicas, que utiliza dados históricos em bancos de dados existentes nas organizações, trabalhando em conjunto com a FTA.

Estes sistemas de medição de desempenho são extremamente úteis para o desenvolvimento de diferentes tipos de atividades de manutenção.

2.2.2.3 – Manutenção

A manutenção é crucial para as organizações, pois a falta desta pode acarretar prejuízos para as mesmas, prejudicando seus processos e operações. Pode-se verificar isto através da afirmação de Fagundes e Almeida (2004) de que as empresas têm dedicado especial atenção à Gestão da Manutenção com a finalidade de diminuir a probabilidade de ocorrência de falhas, ou pelo menos, amenizá-las e evitar a reincidência das mesmas.

Sellitto et al (2002) descrevem que o desenvolvimento da manutenção ocorreu durante e após a segunda guerra mundial pela constatação de perdas em vidas e equipamentos sofridos, devido principalmente a falhas materiais. Estas falhas se originavam da baixa confiabilidade dos projetos básicos, mas poderiam ter sido evitadas por rotinas de verificação.

Higgins et al. (1995) classificam a manutenção em preventiva e corretiva, sendo a manutenção preventiva reconhecida como extremamente importante na redução de custos de manutenção e melhoramento da confiabilidade, pois esta ocorre através de inspeções periódicas de equipamentos e instalações. A manutenção corretiva somente inicia-se após a ocorrência da falha.

Higgins et al. (1995) também cita uma terceira abordagem para a manutenção: a manutenção preditiva, sendo que esta ocorre quando necessária. Entretanto ela não ocorre

após a ocorrência da falha, pois trabalhos de monitoração contínua auxiliam a indicar o momento da manutenção.

Fagundes (2005) afirma que ocorre em uma organização uma combinação das três abordagens de manutenção. Isto se deve ao fato de que diferentes elementos de determinada instalação têm características diferentes.

2.2.3 – Considerações adicionais a respeito de falhas

Apesar de as técnicas de confiabilidade serem conhecidas e empregadas em projeto de produtos, o mesmo não ocorre, ao menos na mesma intensidade, na manutenção industrial. O rigor dos modelos, de certa forma, desestimula os profissionais de manutenção, habituados principalmente a ações de campo de curto prazo. Na verdade, as empresas, talvez por influência das práticas exigidas na produção em massa, esperam da manutenção ações rápidas e certeiras, que recomponham a capacidade produtiva tão logo esta se mostre ameaçada. Não faz parte do cenário de muitas empresas o uso de modelos de longa maturação para o planejamento da manutenção, sendo a organização das bases de dados voltada para os objetivos vigentes (SELLITTO, 2002).

Entretanto, somente detectar e compreender as falhas, não é o suficiente. Deve-se trabalhar utilizando as técnicas adequadas, tais como FMEA e FTA, para melhorar a confiabilidade.

2.3 – Medição de desempenho

Para que ocorra gestão do desempenho operacional, torna-se necessário mensurar o mesmo para verificar se metas ou padrões definidos pela organização estão sendo alcançados. Os sistemas de medição de desempenho constituem um elemento importante para que tal verificação ocorra, entretanto para isto torna-se necessário conhecer os conceitos e tipos de sistemas de medição de desempenho.

Um fator-chave para o sucesso das organizações é sua capacidade de medir seu desempenho. Tal informação, em uma base temporal contínua, fornece aos gerentes dados que irão permitir que se verifique se as metas ou padrões esperados foram alcançados (DAVIS, 2001).

Sink e Tuttle (1993) afirmam que é difícil, se não impossível, gerenciar de modo eficaz algo que não é medido corretamente o que leva a afirmar que deve-se medir o desempenho de um sistema organizacional objetivando sua melhoria.

Medição de desempenho é um conceito que salienta diversos discursos, pois este é muito rico e complexo. É um conceito rico porque possui pontos de vista

epistemológicos e fenomenológicos que são ligados a várias definições e interpretações. É um conceito complexo porque consiste em considerações e atividades políticas, legais, éticas e administrativas (HALACHMI, 2002).

Tradicionalmente, medidas de desempenho foram principalmente baseadas em sistemas de contabilidade, o que resultou na maioria das medidas enfocadas em dados financeiros. Atualmente estes indicadores de desempenho estão focados em aspectos não somente financeiros. Diversos autores estudam e desenvolvem ações neste âmbito (KAPLAN & NORTON, 2000; ROUSE & PUTTERILL, 2003; NEELY, 1999).

Atualmente, na era da informação, a administração, assim como os demais departamentos, estão submersos em relatórios contendo dados associados a todos os aspectos do desempenho da organização. Entretanto, é essencial para o gerenciamento a identificação dos indicadores chave que mensuram os parâmetros cruciais para o sucesso de sua empresa (DAVIS, 2001).

2.3.1 – Conceitos sobre medição de desempenho

Medida de desempenho é um tópico que é discutido freqüentemente, mas raramente definido. Literalmente é o processo de quantificar ação onde a medida é o processo de quantificação e a ação conduz ao desempenho (HALACHMI, 2002).

Segundo Kiyon (2001) o ato de medir congrega um conjunto de atividades, pressupostos e técnicas que visam quantificar variáveis e atributos de interesse do objeto a ser analisado. Quanto à palavra desempenho, ela encerra em si a idéia de algo que já foi realizado, executado ou exercido. Neely et al. (1995) afirmam que a medição de desempenho pode ser definida como o processo de quantificar a eficiência e a efetividade da ação. Segundo Laitinen (2002) desempenho pode ser definido como a habilidade de um objeto de produzir resultados em uma determinada posição em relação a uma meta onde o desempenho de um sistema organizacional é função de um complexo inter-relacionamento de vários critérios:

- Eficácia;
- Eficiência;
- Qualidade;
- Produtividade;
- Qualidade da vida de trabalho;
- Inovação;
- Lucratividade ou orçamentalidade para as organizações sem fins lucrativos;

Slack (1993) cita cinco objetivos de desempenho:

- **Objetivo qualidade:** a qualidade é entendida como ausência de erros;
- **Objetivo velocidade:** velocidade significa tornar mais curto possível o intervalo entre o processo de fabricação e a entrega do produto ou serviço;
- **Objetivo confiabilidade:** confiabilidade pode ser compreendida como o cumprimento de prazos para entrega de bens ou serviços;
- **Objetivo flexibilidade:** flexibilidade significa ser capaz de alterar a configuração da operação de alguma forma;
- **Objetivo custo:** quanto menor o custo de produzir bens e serviços, menor pode ser o preço aos consumidores.

Slack (1993) sintetiza na **figura 2.4** os cinco objetivos de desempenho descritos anteriormente.

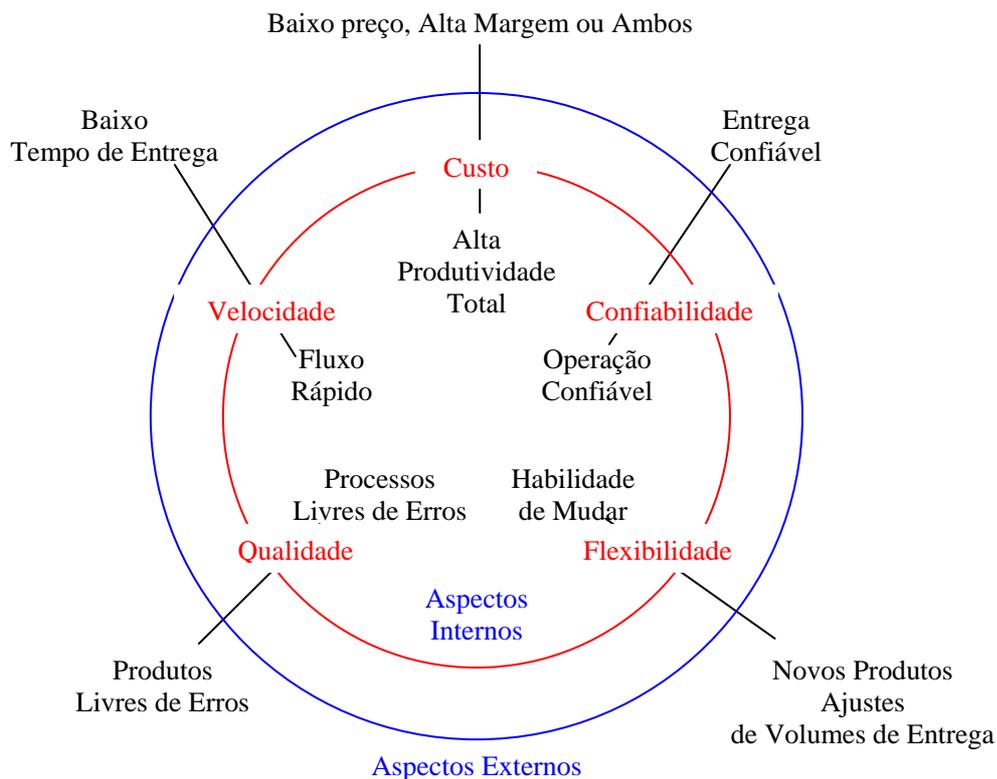


Figura 2.4 – Objetivos de Desempenho

Fonte: adaptado de Slack (1993)

Nota-se que estes objetivos são descritos em aspectos externos a organização e aspectos internos a organização, ou seja, para o cliente Qualidade significa produtos livres de erros, enquanto para a organização a qualidade deve significar processos livres de erros. O mesmo também ocorre para os outros objetivos do desempenho como velocidade, custos, confiabilidade e flexibilidade. Enquanto o cliente interpreta velocidade como baixo tempo de entrega, a organização deve procurar um fluxo rápido entre os materiais. Já custos para o cliente pode ser compreendido como baixo custo, enquanto para a organização deve ser visto como alta produtividade total. A confiabilidade seria para o cliente a entrega confiável, enquanto para a organização se referiria a uma operação confiável. Enquanto flexibilidade para o cliente são novos produtos ou ajustes de volumes de entrega, a organização pode alcançá-la através da habilidade de mudar.

Sink e Tuttle (1993) estabelece que o desempenho de um sistema organizacional é composto por um complexo inter-relacionamento de vários parâmetros ou critérios de desempenho, assim denominados: *eficácia*, *eficiência*, *produtividade*, *qualidade*, *inovação* e *lucratividade*, para os centros de lucro, ou *orçamentabilidade* para os centros de custo e organizações sem fins lucrativos. A **figura 2.5** representa esta esquematização.

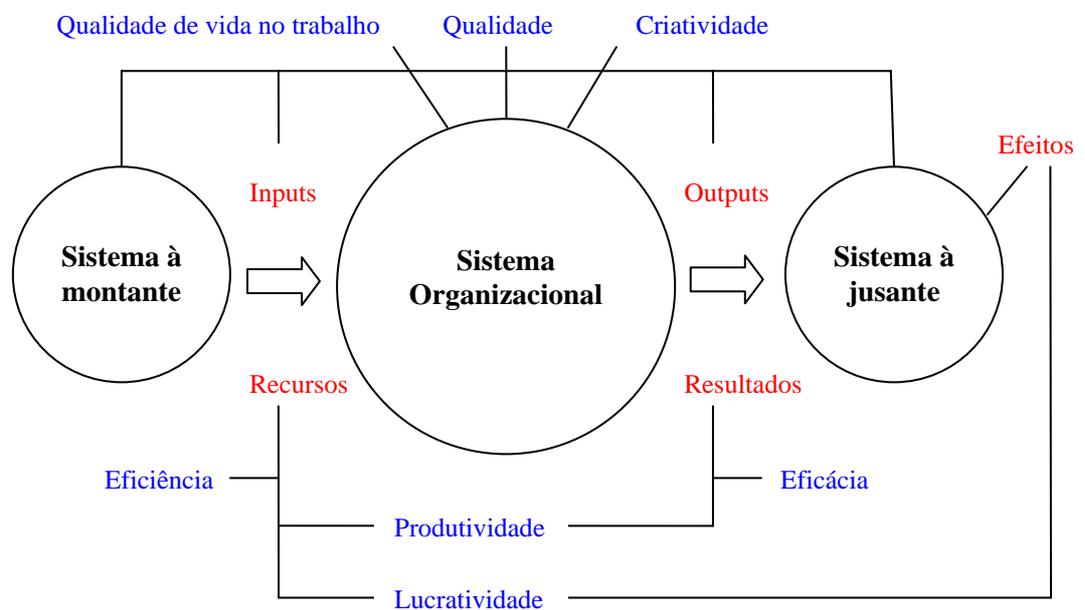


Figura 2.5 – Parâmetros de Desempenho

Fonte: Sink e Tuttle (1993)

O grau de eficácia de um sistema deve traduzir a forma pela qual o sistema realiza aquilo a que se propôs, bem como refletir os objetivos corretos por ele alcançado. Obviamente,

o conceito de objetivo correto estará sempre sujeito a interpretação, critério, julgamento e percepção de pessoas ou grupo de pessoas. Em outras palavras, a eficácia pode ser entendida como sendo a realização efetiva das coisas certas, pontualmente e dentro dos requisitos de qualidade especificados. O modelo de Sink e Tuttle estabelece uma medida operacional para a eficácia pela relação entre resultados obtidos e previstos. O conceito de ser mais ou menos eficaz depende do resultado da relação proposta. É uma medida comparativa que deve ser observada ao longo de períodos subsequentes.

A eficiência deve estar associada ao consumo de recursos e pode ser visualizada no lado referente aos *inputs*. Uma definição operacional para a eficiência pode ser estabelecida pela relação entre consumo previsto de recursos e consumo efetivo de recursos. Se maior que um, então o sistema foi mais eficiente do que se esperava, uma vez que consumiu menos recursos do que o previsto; se menor que um, o sistema foi menos eficiente. Espera-se, também, que a eficiência tenha uma correlação positiva com o tempo. Neste ponto, é possível refletir o relacionamento que existe entre os critérios eficácia e eficiência. O resultado esperado do sistema é consequência da quantidade prevista de recursos para a sua realização. Por outro lado, o resultado obtido é também função da quantidade efetiva de recursos consumida pelo próprio sistema, ou seja, a produtividade.

Na visão do modelo, a produtividade é uma relação entre os resultados gerados pelo sistema e os recursos que propiciaram a geração desses resultados. O conceito da produtividade como um importante parâmetro de desempenho pode ser ampliado, uma vez que incorpora os conceitos de eficácia, eficiência e qualidade.

Enquanto a eficiência está relacionada ao consumo de recursos e a eficácia aos resultados, a qualidade, como parâmetro de desempenho, é mais difusa no sistema organizacional em função de sua importância em todos os estágios de gerenciamento do sistema. O parâmetro de desempenho qualidade deve ser definido operacionalmente com pelo menos cinco pontos de verificação, no sistema organizacional:

- O gerenciamento do primeiro ponto de verificação compreende um conjunto de atividades que garantam a efetividade dos recursos;
- O segundo ponto enfoca a confirmação de que o sistema organizacional efetivamente está recebendo os recursos que necessita;

- O terceiro aborda uma parte importante do gerenciamento da qualidade total: a criação de qualidade no produto ou serviço realizado pelo sistema organizacional e tem relações profundas com as percepções e o potencial criativo das pessoas;
- O quarto ponto de verificação da qualidade garante que os resultados, gerados pelo sistema organizacional, satisfazem às especificações e requisitos estabelecidos;
- Finalmente, o quinto ponto de verificação enfoca os sistemas à jusante e reflete a compreensão detalhada e significativa daquilo que os clientes querem, precisam, esperam e exigem e de como estão reagindo à entrega dos bens e serviços que o sistema organizacional está fornecendo.

A qualidade de vida de trabalho enfoca um aspecto particular do processo de transformação e é caracterizado pelas pessoas que compõem o sistema organizacional. Na visão esquemática para a definição operacional do parâmetro, observa-se que o mesmo tem relações com o terceiro ponto de verificação de qualidade onde o sistema constrói a qualidade do produto ou do serviço.

A criatividade ou inovação também é um parâmetro de desempenho que guarda relações com o terceiro ponto de verificação de qualidade. A inovação pode ser entendida como um processo criativo capaz de mudar aquilo que o sistema organizacional faz e, também, o modo de fazer. Este processo deve incluir mudanças importantes na estrutura da organização, na tecnologia, nos produtos, nos serviços, nos métodos de procedimentos, nas políticas e outros aspectos julgados necessários. Essas mudanças devem afetar, de modo positivo, a flexibilidade do sistema organizacional e permitir uma reação, com êxito, à pressões, oportunidades, desafios e ameaças internas e externas.

A definição operacional da lucratividade ou orçamentabilidade é proposta como sendo a relação existente entre o resultado financeiro alcançado pelo sistema organizacional e os custos que propiciaram alcançá-lo. A lucratividade é todavia, diferenciada da orçamentabilidade, pois que a primeira é associada aos centros de lucros e definida como uma medida ou conjunto de medidas que relacionam receitas com custos. Já a orçamentabilidade é associada aos centros de custos e definida como uma medida ou conjunto de medidas que relacionam orçamentos, metas, entregas, custos e prazos.

Medidas de desempenho são também usadas para comparar o desempenho de organizações diferentes, plantas, departamentos, times e indivíduos, e para avaliar os empregados (GHALAYINI & NOBLE, 1996).

Sink & Tuttle (1993) apresentam um modelo simplificado para mostrar a posição do sistema de medição dentro de uma organização conforme pode-se observar na **figura 2.6**.

Segundo Parker (2000) existem cinco razões para medir o desempenho de uma organização, que podem variar de organização para organização:

- Identificar sucessos;
- Identificar se os requisitos dos clientes estão sendo satisfeitos: a menos que quantifiquem, como seus gerentes podem descobrir se estão oferecendo os produtos ou serviços que os consumidores requisitam?
- Ajudar a entender os processos: para confirmar o que se conhece e revelar o que não se conhece;
- Assegurar que decisões são baseadas em fatos;
- Verificar se as melhorias planejadas estão sendo satisfeitas.

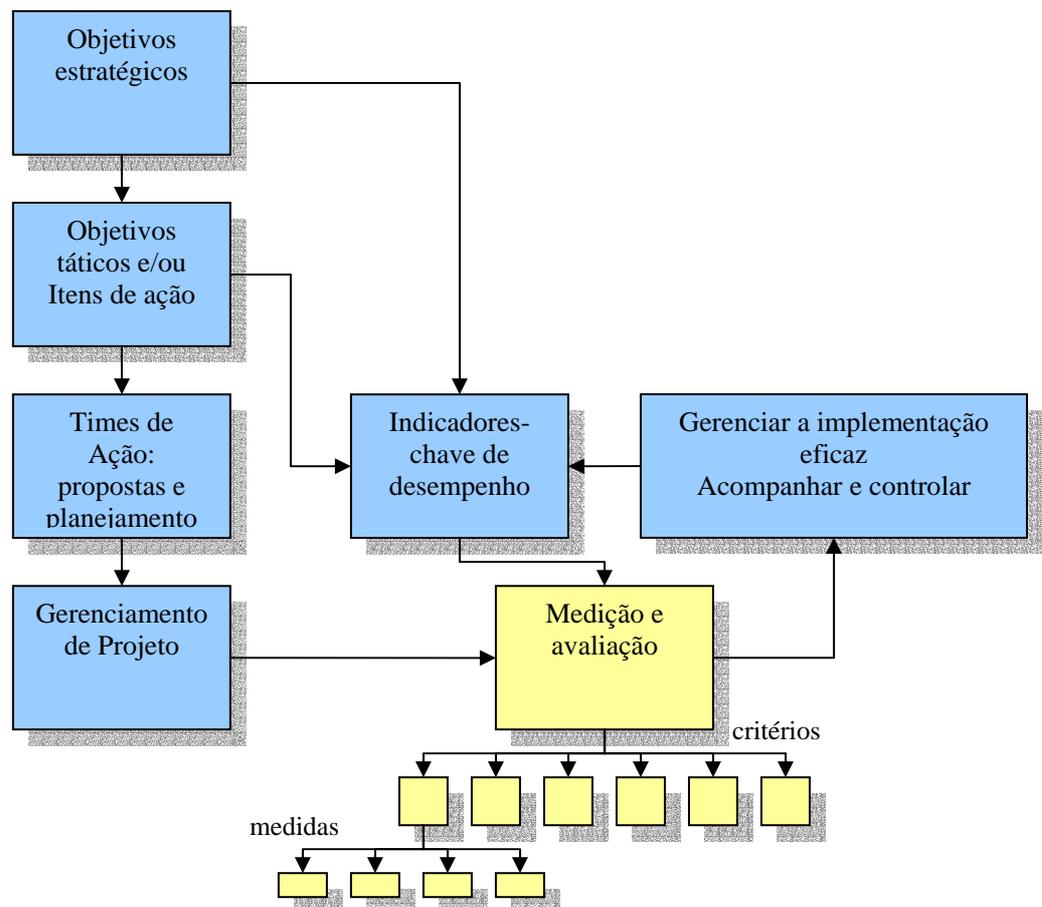


Figura 2.6 – Planejamento e medição.

Fonte: Adaptado de Sink & Tuttle (1993)

Kiyan (2001) define o conceito de medição de desempenho como sendo este multidisciplinar, trabalhado por diversas áreas do conhecimento tais como: Engenharia, Administração, Psicologia, Economia, Informática, Teoria das Decisões, Ciências Contábeis, entre outras, onde a sua operacionalização ocorre através de indicadores de desempenho. Indicador de desempenho é conceituado pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade (1999) como uma relação matemática que mede numericamente, atributos de um processo ou de seus resultados, com o objetivo de comparar esta medida com metas numéricas preestabelecidas.

2.3.2 – Sistemas orientados para a mensuração de resultados financeiros

Tradicionalmente, medidas de desempenho foram principalmente baseadas em sistemas de contabilidade, o que resultou na maioria das medidas enfocadas em dados financeiros.

Segundo Rose (1995), estas medidas tradicionais são importantes por servir como sinal de advertência sobre problemas de desempenho. A fragilidade delas é não revelar as causas destes problemas.

Segundo Ghalayini e Noble (1996), a literatura concernente a medição de desempenho é dividida em duas fases principais. A primeira fase inicia-se em meados de 1880 e termina por volta de 1980. Nesta fase a ênfase era em medidas financeira como lucro, retorno no investimento e produtividade. A segunda fase iniciou-se por volta de 1980 como resultado das mudanças pela qual passou o mercado mundial. Empresas começaram a perder parte dos mercados para concorrentes distantes os quais eram hábeis para produzir produtos de alta qualidade com baixos custos e maiores variedades.

Ainda de acordo com Ghalayini e Noble (1996), as limitações gerais dos sistemas de medição tradicionais são:

- ***Sistemas de contabilidade gerenciais tradicionais:*** A limitação mais significativa dos indicadores de desempenho tradicionais é que estes são baseados nos sistemas de contabilidade gerenciais tradicionais os quais foram inicialmente desenvolvidos com o propósito de atribuir os custos totais de estoque de produtos específicos, departamentos e atividade.
- ***Métricas antigas:*** Relatórios financeiros são usualmente fechados mensalmente. Entretanto, estas métricas antigas são resultados de decisões passadas. Como resultado,

operadores, supervisores, gerentes operacionais consideram relatórios financeiros antigos somente para serem utilizados como auxílio para verificar o desempenho operacional.

- **Estratégia corporativa:** Medidas de desempenho tradicionais não incorporam estratégias. Antes os objetivos eram minimizar custos, aumentar a eficiência do trabalhador e a utilização de máquinas.
- **Relevância para a prática:** Medidas de desempenho tradicionais tentavam quantificar o desempenho e outros esforços de melhoria em termos financeiros. Todavia, a maioria dos esforços de melhoria são difíceis de quantificar em termos financeiros.
- **Inflexibilidade:** Relatórios financeiros tradicionais são inflexíveis e tem um formato pré-determinado o qual é utilizado através de todos os departamentos. Entretanto, alguns departamentos em algumas empresas possuem prioridades e características próprias. Por isso, medidas de desempenho que são utilizadas em alguns departamentos podem não ser relevantes para outros.
- **Dispendiosidade:** A preparação de relatórios financeiros tradicionais requer um amontoado extensivo de dados os quais são custosos para obter.
- **Melhoria contínua:** Um padrão de conjuntos para medição de desempenho em geral conflita com a melhoria continuo. Os trabalhadores hesitam em desempenhar ao máximo suas funções, pois os padrões são revisados buscando melhorar os resultados atuais continuamente.
- **Requisitos dos clientes e técnicas de gerenciamento:** Medidas tradicionais de desempenho não são úteis a fim de se encontrar as exigências dos clientes a respeito de produtos de alta qualidade, *lead time* menor e um custo de gerência menor. Conseqüentemente os relatórios financeiros tradicionais utilizados por gerentes médios não refletem uma abordagem gerencial mais autônoma.

Ghalayini e Noble (1996) também definem as limitações específicas dos sistemas de medição tradicionais:

- **Produtividade:** As limitações de produtividade podem ser classificadas em três categorias principais: produtividade parcial, produtividade agregada e o paradoxo da produtividade. O perigo real da produtividade parcial é a ênfase excessiva em um único *input* e a negligência por outros.

- **Custo:** redução de custo é sempre considerado um objetivo específico para alcançar vantagem competitiva. Entretanto, a demanda de consumidores sofre mudanças. Baixo custo é somente um e não somente o mais importante fator para competição na maioria dos mercados.
- **Lucro:** somente pode revelar qual é o problema, mas indica poucas razões para o problema. O lucro ou a taxa de retorno não deve ser considerado como um indicador de sucesso organizacional, pois não identifica quais áreas específicas necessitam melhoria.

2.3.3 – Sistemas de medição emergentes (não-tradicionais)

Diversos autores estudam e desenvolvem ações no âmbito da medição de desempenho (KAPLAN & NORTON, 2000; ROUSE & PUTTERILL, 2003; NEELY, 1999).

Ghalayini e Noble (1996) citam como características dos novos sistemas de medição: medidas relacionadas as estratégias de manufaturas; medidas não-financeiras primárias (operacionais) que são realizadas por gerentes, supervisores, e operadores com informação necessária para tomada de decisão diária; medidas simples que funcionários do chão de fábrica podem facilmente entender e utilizar; medidas que podem fomentar melhorias; e medidas quem podem realizar mudanças conforme as requeridas por um mercado dinâmico. Pode-se observar no **quadro 2.1** as diferenças entre os sistemas de medição tradicionais e os emergentes.

Martins (1999) identificou diversos modelos de sistemas de medição de desempenho, dentre eles:

- Balanced Scorecard;
- Desempenho *Quantum*;
- Estruturas de Indicadores de Gestão;
- Modelo de Desempenho para Manufatura Classe Mundial;
- Modelo de Medição para Valor Adicionado;
- Sete Critérios do Desempenho;
- Sistema de Medição de Desempenho para Competição Baseada em Tempo;
- Sistema de Medição de Desempenho Integrado e Dinâmico;
- SMART – “*Performance Pyramid*”;

Medidas de desempenho tradicionais	Medidas de desempenho não-tradicionais
Baseado em sistemas contábeis tradicionais	Baseado na estratégia da organização
Medições financeiras principalmente	Medições não-financeiras principalmente
Planejado para a média e grande gerência	Planejado para todos os empregados
Métricas antigas (semanais ou mensais)	Métricas atuais (horárias ou diárias)
Difícil, confuso e ilusório	Simple, preciso e de fácil utilização
Conduz a frustração do empregado	Conduz a satisfação do empregado
Não utilizado no chão de fábrica	Freqüentemente utilizado no chão de fábrica
Tem um formato fixo	Não possui formato fixo (depende da necessidade)
Não altera entre locações	Altera entre locações
Não altera além do tempo	Altera além do tempo e como a necessidade de mudanças
Planejado principalmente para monitorar o desempenho	Planejado para melhorar o desempenho
Não aplicável a computer integrated manufacturing (CIM), flexible manufacturing systems (FMS), just in time (JIT), optimized production technology (OPT) e total quality management (TQM)	Aplicável a computer integrated manufacturing (CIM), flexible manufacturing systems (FMS), just in time (JIT), optimized production technology (OPT) e total quality management (TQM)
Obstrui a melhoria contínua	Ajuda a atingir a melhoria continua

Quadro 2.1- Comparação entre a medição de desempenho tradicional e não-tradicional

Fonte: Ghalayini e Noble (1996)

2.3.4 – Desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho

O processo de medição consiste em decidir o que constitui a performance e, em seguida, comparar os indicadores com nosso conceito de performance (SINK & TUTTLE,1993).

Ñauri (1999), considera que o sucesso de um sistema de medição de desempenho deve basear-se nos seguintes princípios:

- **Medir somente o que é importante:** Não medir demais; medir coisas que dêem impacto ou indiquem o sucesso organizacional. Vale lembrar que medir gera custos;
- **Equilibrar um conjunto de medidas:** Procurar, no momento de definir medidas, considerar as perspectivas das pessoas que tomam decisões (acionistas, *stakeholders* e clientes), isto é, perguntar o que acham que deva ser medido;

- ***Oferecer uma visão, tanto vertical quanto horizontal, do desempenho organizacional:*** A visão vertical refere-se à gestão dos recursos da organização e a visão horizontal, à gestão dos resultados;
- ***Envolver os funcionários no projeto e na implementação do sistema de medidas:*** proporcionando aos mesmos, o senso de propriedade, o que leva a melhorar a qualidade do sistema de medição de desempenho.

Beamon (1999) afirma que uma das maiores dificuldades em termos de medição de desempenho é o desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho.

Bourne et al. (2002) propõe o desenvolvimento de sistemas de medição dividido em três fases principais, conforme pode-se observar na **figura 2.7**:

- O projeto dos indicadores de desempenho;
- A implementação dos indicadores de desempenho;
- O uso dos indicadores de desempenho.

Pode-se observar que estas fases do projeto, implementação e utilização são conceituais. Esta é a seqüência de fases através das quais o sistema de medição deve progredir.

Ainda segundo Bourne et al. (2002) a implementação de indicadores individuais não cria o sistema de medição de desempenho. Medição é somente uma parte da utilização dos indicadores.

Pode-se considerar no desenvolvimento de novos sistemas de medição ou aperfeiçoamento dos existentes a tecnologia da informação (TI). Acredita-se que em face do recente desenvolvimento da TI, é possível dinamizar a reciclagem dos sistemas de medição desenvolvidos, procurando aperfeiçoá-los com maior freqüência e incorporando as novas práticas das mais recentes teorias de gestão estratégica que têm levado muitas empresas ao sucesso.

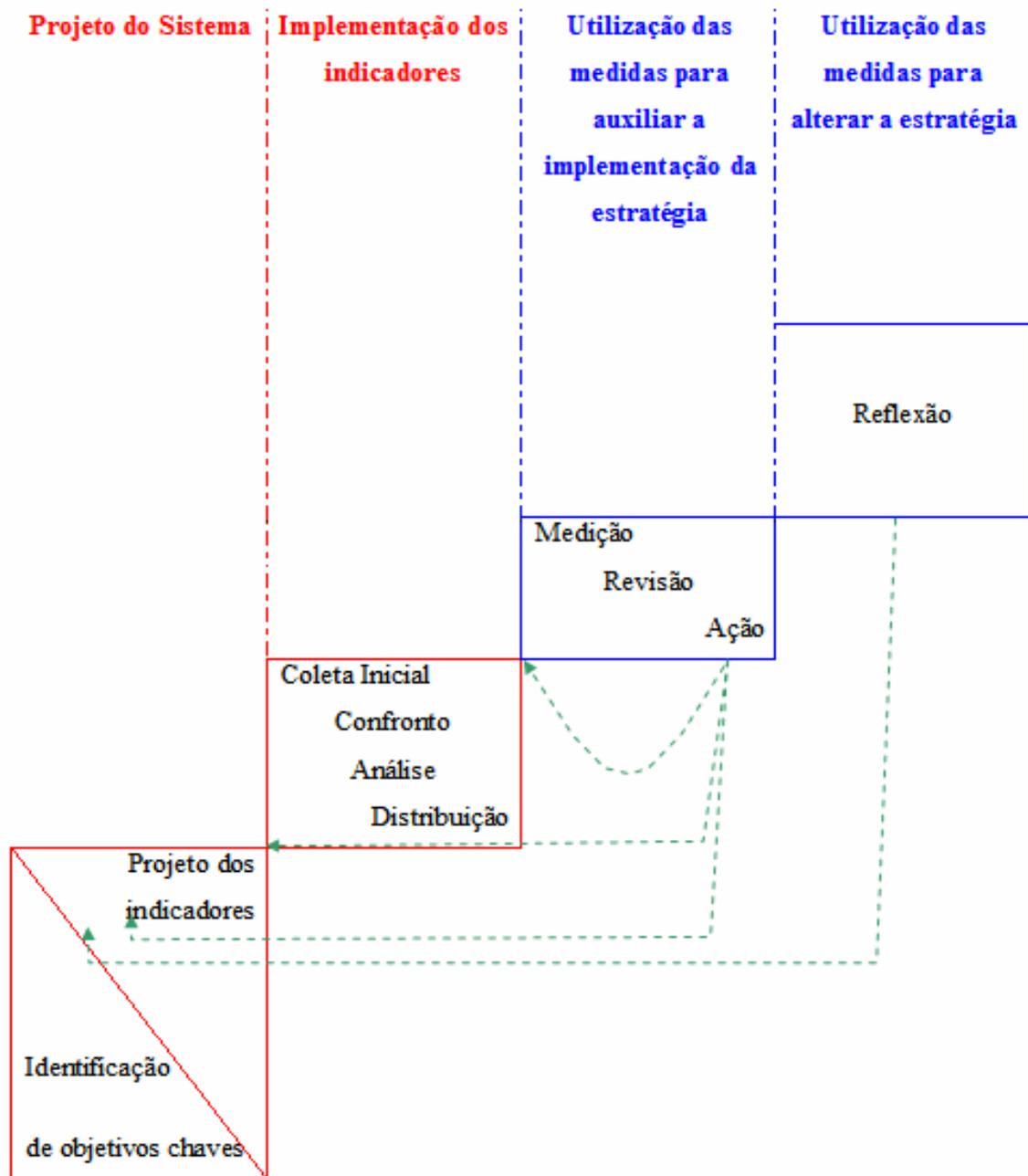


Figura 2.7- Fases do desenvolvimento de sistemas de medição

Fonte: Bourne et al. (2002)

2.3.5 – Os paradigmas na medição de desempenho

Segundo Sink & Tuttle (1993) as organizações se defrontam com os seguintes paradigmas na medição do desempenho:

- **A medição é uma ameaça:** Entretanto, isto só acontece quando o sistema de medição está sendo usado como ferramenta para implantar um estilo gerencial de medo e intimidação.

Por outro lado, as pessoas gostam de ser medidas e obter um retorno quanto à qualidade de seu desempenho. Logo, as pessoas não temem à medição em si, mas o uso que se pode fazer dela;

- ***A precisão é essencial à medição útil:*** A finalidade básica da medição de desempenho é informar à organização se ela está no caminho certo. Se insistir em medidas precisas, a organização não conseguirá dar os primeiros passos para implantar um sistema de medição do desempenho;
- ***Focalizar apenas um indicador:*** Assim como as organizações são complexas, um sistema de medição é necessariamente complexo, portanto o desempenho organizacional não pode ser expresso por um único indicador. Um exemplo que evidencia, claramente, esta argumentação é caso de uma empresa que privilegia, exageradamente, a lucratividade, levando-a a perder participação no mercado.
- ***Ênfase excessiva em produtividade da mão de obra:*** O custo da mão de obra gradualmente se torna um componente de valor relativo cada vez menor em muitos produtos e, no entanto, continua a atrair uma atenção injustificada nos sistemas de medição.
- ***As medidas subjetivas não são confiáveis:*** A primeira questão deste paradigma é a possibilidade da medição de dimensões não objetivas do desempenho. Existe uma tendência de confundir não objetiva com não confiável, entretanto a tecnologia de medição associada a atitudes e percepções está bem desenvolvida e pode levar a medidas confiáveis e válidas. A segunda questão é quanto a disposição de distribuir recompensas, inclusive dinheiro, onde as economias tangíveis são difíceis de definir. Este é um paradigma muito arraigado e que impede o desenvolvimento de sistemas de participação nos lucros baseados em uma definição abrangente de performance, principalmente em organizações de trabalho intelectual e de prestação de serviços;
- ***Os padrões funcionam como teto para o desempenho:*** Para interpretar os dados da medição do desempenho, deve-se ter algo com que comparar as medidas. As alternativas usuais são os padrões, metas ou linhas de base. Nas organizações do passado, se os padrões fossem alcançados, o desempenho era considerado satisfatório, ou seja, os padrões eram considerados como teto para o desempenho, porque significavam níveis desejados absolutos. Este é um velho paradigma que deve mudar para as novas organizações que desejam competir com êxito hoje e no futuro.

2.3.6 - Considerações adicionais a respeito de medição de desempenho

Numa economia dominada por ativos tangíveis, as mensurações financeiras eram adequadas para registrar no balanço patrimonial das empresas os investimentos nos estoques e no ativo imobilizado. A demonstração do resultado também era capaz de revelar as despesas associadas com o uso desses ativos tangíveis, para a geração de receitas e lucros. Mas a economia de hoje, na qual os ativos intangíveis se tornaram a principal fonte de vantagem competitiva, exige ferramentas que descrevam os ativos com base no conhecimento e as estratégias criadoras de valor, construídas a partir desses ativos. Na falta dessas ferramentas, as empresas têm dificuldade em gerenciar o que não conseguem descrever ou medir (KAPLAN & NORTON, 2000).

Neely (1999) afirma que o caminho final na revolução da medição de desempenho é indubitavelmente o poder da TI. Esta não é somente feita para capturar e analisar dados com mais facilidade, mas esta também está aberta a novas oportunidades para revisão de dados e ações subsequentes.

Segundo Kiyon (2001) manter os sistemas de medição de desempenho atualizados frente as novas exigências que o ambiente impõe à organização, isto é, ser capaz de incorporar as mudanças requeridas, constitui um dos principais desafios a ser enfrentado na área de medição de desempenho, afinal como afirma Porter (1999) a competição se intensificou de forma drástica ao longo das últimas décadas, em praticamente todas as partes do mundo.

2.4 – Gestão da Informação

Segundo Porter (1999), a revolução da informação está transformando toda a economia. Nenhuma empresa escapa de seus efeitos. Reduções drásticas no custo de obtenção, processamento e transmissão das informações estão alterando a maneira como fazemos negócios.

A informação pode desempenhar vários papéis de sustentação nas tentativas de tornar os processos mais eficientes e eficazes. Apenas o acréscimo da informação num processo pode, por vezes, levar a melhorias radicais de desempenho. Ela pode ser usada para medir e acompanhar o desempenho de processos, integrar atividades dentro e através de processos, personalizar processos para determinados clientes e facilitar o planejamento e a otimização dos processos em longo prazo (DAVENPORT, 1994).

Entretanto, como afirma Porter (1999), ao perceberem que as organizações rivais estão utilizando a informação para desenvolver a vantagem competitiva, seus gerentes reconhecem

a necessidade de se envolver diretamente na gestão da nova tecnologia, no entanto, em face da rapidez da mudança, não sabem como participar do processo.

Em algumas ocasiões, principalmente relativa a questão da origem etimológica do termo tecnologia, que deriva do grego “techne” que significa habilidade, combinado com “logos”, significando conhecimento organizado, sistemático, significativo, percebe-se a dificuldade de estabelecer a distinção total entre os termos informação, sistema de informação e tecnologia da informação. O objetivo nos próximos tópicos será um breve esclarecimento acerca destes conceitos.

2.4.1 – O valor da informação para as empresas

Desde que os mercados e as tecnologias começaram a mudar rapidamente, a informação é relevante para os dias atuais (GELLE & KARHU, 2003).

Segundo Gelle & Karhu (2003) o gerenciamento da informação é a competência central de organizações modernas que atuam como “fábricas de informação”, utilizando a informação como recurso de entrada, gerenciamento e produzindo mais desta .

Porter (1999) apresenta a matriz da intensidade da informação conforme pode-se observar na **figura 2.8**, onde esclarece as diferenças no papel e na intensidade da informação entre vários setores. Esta matriz relaciona a intensidade da informação na cadeia de valores com o conteúdo de informação no produto. Esta cadeia de valores é composta por nove atividades divididas em dois grupos conforme pode-se observar no **quadro 2.2**.

Atividades de Apoio	Atividades Primárias
Infra-estrutura da Empresa	Logística de entrada
Gestão de recursos humanos	Operações
Desenvolvimento da tecnologia	Logística de saída
Compras de bens e serviços	Marketing e vendas
	Serviços

Quadro 2.2- Atividades da cadeia de valores.

Fonte: Porter (1999)

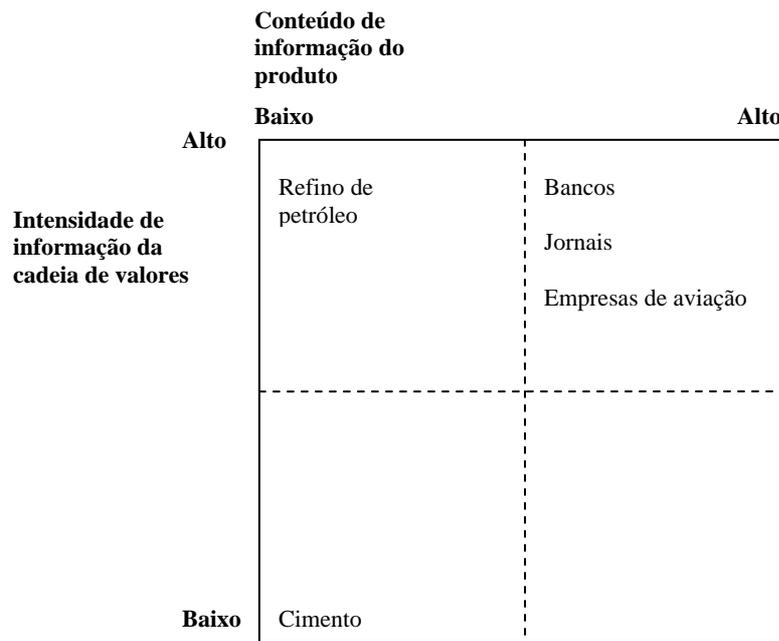


Figura 2.8 – Matriz de intensidade da informação

Fonte: Porter (1999).

Estas “fábricas de informação” utilizam a informação como saída para o mundo externo, produzindo “produtos de informação”. Entretanto, a qualidade da informação é um fator de sucesso crítico de organizações e o gerenciamento da informação é sua competência central (GELLE & KARHU, 2003).

2.4.1.1 – A qualidade da informação

Segundo Gelle & Karhu (2003) para obter informação de boa qualidade, necessita-se encontrar informação relevante, escolhendo suas partes essenciais e sintetizando a informação coletada como sugere a **figura 2.9**.

Novas fontes de informação tornam-se disponíveis, ainda assim, quando os administradores buscam nos mercados de informação serviços que poderiam comprar, precisam avaliar a relevância desses serviços para seus negócios, a qualidade da informação e a confiabilidade do serviço (SILVA JR, 2000).

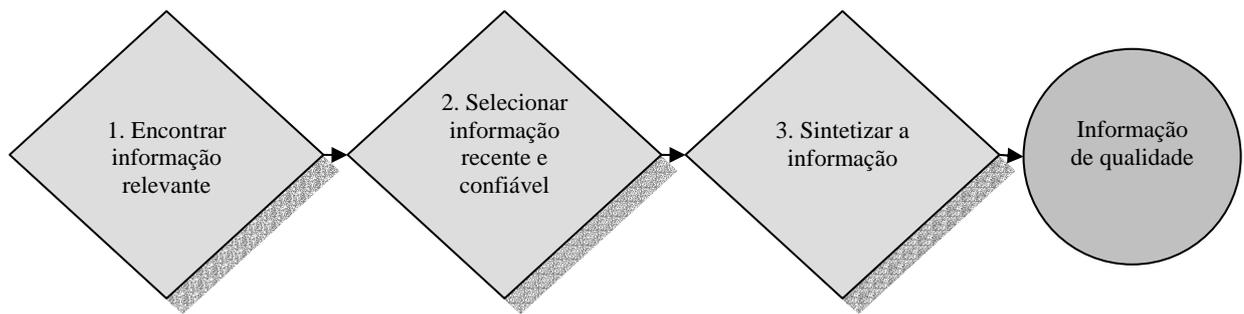


Figura 2.9 – Processo de obtenção da informação de qualidade

Fonte: Gelle & Karhu (2003).

Informações vindas do ambiente externo chegam a organização por diversos meios, e a todo o momento. São processadas, filtradas e diagnosticadas através de mecanismos criados dentro da organização para este propósito. Se forem de qualidade e de confiança, será base para a tomada de decisões estratégicas. Se não, é necessário modificar o mecanismo de coleta e processamento destas informações. Portanto, conclui-se que para o ambiente afetar a organização depende de dois fatores: o tipo de qualidade da informação ambiental que chega até os tomadores de decisão e das interpretações e uso que eles fazem da informação. Por sua vez, a interpretação e utilização dependem das metas e posturas dos tomadores de decisão.

Uma variedade de características, incluindo objetivo, domínio e escopo têm sido tradicionalmente utilizadas para avaliar a qualidade da informação (DEVLIN & BURKE, 1997).

A qualidade da informação se torna uma questão importante na organização, pois o impacto da tecnologia da informação é tão difuso como afirma Porter (1999) que os executivos se defrontam com um problema difícil: excesso de informação.

2.4.1.2 – A informação proporcionando vantagem competitiva

Porter (1999) afirma que a revolução da informação está afetando a competição de três maneiras vitais:

- Muda a estrutura setorial e, assim, altera as regras da competição.
- Gera vantagem competitiva ao proporcionar às empresas novos modos de superar o desempenho dos rivais.
- Dissemina negócios inteiramente novos, em geral a partir das atuais operações da empresa.

Silva Jr. (2000) também afirma que os gestores precisam conhecer profundamente a organização que está sob sua responsabilidade, bem como o ambiente competitivo onde ela opera, a fim de avaliar o impacto da turbulência ambiental e desenvolver o cenário para uma solução eficaz. Assim, fica nítida a importância da informação, pois é por meio dela que os gestores conseguem identificar tanto as oportunidades quanto as ameaças que o ambiente oferece à empresa.

Além do que também afirma Porter (1999) a tecnologia da informação está transformando o modo de operação das empresas e afetando todo o processo de criação de produtos. Ademais, está reformulando o próprio produto: a totalidade do pacote de bens físicos, de serviços e informação oferecido pelas empresas, de modo a criar valor para os compradores.

Mas, a informatização pura e simplesmente dos processos operacionais não traz para uma empresa nenhuma vantagem competitiva. Apenas diminui o tempo de processamento de informações, às vezes irrelevantes na tomada de decisões.

2.4.2 – A Tecnologia da Informação

Turban et al. (2001) difere sistemas de informação (SI) de tecnologia da informação (TI), definindo a TI como o lado tecnológico dos sistemas de informação. Esta inclui o hardware, banco de dados, softwares, redes e outros dispositivos. Esta pode ser vista como um subsistema do sistema de informação.

Desde o surgimento dos computadores, as possibilidades da tecnologia da informação ficaram muito claras. Computadores digitais de alta velocidade, certamente permitiriam às empresas alcançarem seus objetivos mais facilmente através da obtenção de informações precisas, em tempo e local adequados, para a tomada de decisão. Entretanto, este objetivo não tem sido simples de alcançar.

De início, as empresas utilizavam a tecnologia da informação, em especial para as funções de contabilidade e manutenção de registros. Nestas aplicações, os computadores automatizavam atividades burocráticas repetitivas, como a de processamento de pedidos. Hoje, a tecnologia da informação se difunde por toda a cadeia de valores e está desempenhando funções de otimização e controle, assim como atividades executivas que exigem algum grau de julgamento (PORTER, 1999).

Segundo Porter (1999) os novos recursos tecnológicos também abrem espaço para análise e utilização mais abrangentes dos dados ampliados. O número de variáveis suscetíveis à análise e controle da empresa aumentou de forma drástica.

TI tem sido utilizada pelas organizações para melhorar a produtividade e atingir a eficiência. Quando mais informações são geradas por sistemas computadorizados as técnicas de armazenamento se tornam cada vez mais populares, como os banco de dados e datawarehouses (XU et al., 2003).

O uso da informação no acompanhamento de processos é ainda mais importante quando a tecnologia da informação é usada para a automação de alguns aspectos do processo. Os computadores são capazes de recolher e distribuir informações como os recursos consumidos, a duração, as características de produção e até mesmo o custo cumulativo dos processos (DAVENPORT, 1994).

Entretanto conforme salienta Porter (1999) os gerentes precisam compreender, como ponto de partida, que a tecnologia da informação é mais do que apenas computadores. Hoje, ela deve ser concebida de maneira ampla, para abranger as informações que a empresa cria e utiliza, assim como uma vasta gama de tecnologias convergentes e cinguladas que as processam. Assim, o conceito envolve, tecnologias de comunicações, automação de fábricas e outras modalidades de hardware e de serviços.

2.4.3 – Os Sistemas de Informação

Existe uma confusão entre computadores e sistemas de informação, Turban et al. (2001) categorizam os computadores como a parte necessária de um SI, provendo maneiras efetivas e eficientes de processar dados.

Um sistema de Informação pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (LAUDON & LAUDON, 1999).

McLeod Jr. & Schell (2001) definem sistema como um grupo de elementos integrados que trabalham com um propósito comum de atingir um determinado objetivo. A partir daí pode-se concluir que os SI são um grupo de elementos, onde um destes pelo menos é a informação, integrados que trabalham com um propósito comum de atingir um determinado objetivo.

Turban et al. (2001) explicitam que como outros sistemas, um sistema de informação inclui *inputs*, *outputs* e os processos que transformam *inputs* em *outputs*. Existe também um mecanismo de realimentação, e como qualquer outro sistema, um SI opera em um ambiente conforme pode-se observar na *figura 2.10*.

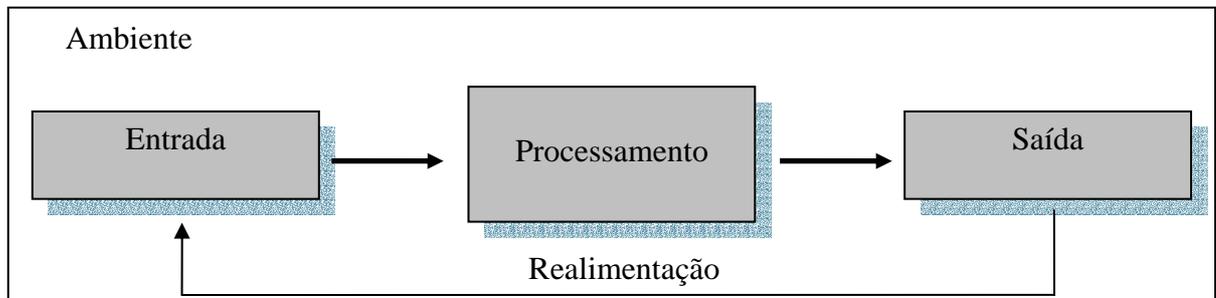


Figura 2.10 – Sistema de Informações

Fonte: Turban et al. (2001)

Sistemas de informação são a infra-estrutura básica das organizações modernas, eles coordenam os recursos e atividade de sistemas de *input*, processos e *output* da organização, monitorando e garantindo eficiência interna. Em conjunto, os sistemas de informação podem ser utilizados para verificar o ambiente externo e operações internas continuamente para garantir que a eficiência organizacional seja alcançada (YASIN & QUIGLEY, 1995).

Mudanças recentes nos ambiente de negócios, tecnologias de manufatura e filosofias operacionais tem alterado a natureza dos subsistemas de *input*, processos e *output* tornando-as mais dependentes da informação. O pleno funcionamento destes subsistemas depende da efetividade dos sistemas de informação de suporte. O crescimento vertiginoso da significância dos sistemas de informação nas organizações modernas, relacionadas as recentes mudanças tecnológicas e ambientais, são consideradas próximas (YASIN & QUIGLEY, 1995).

2.4.4 – Importância dos Sistemas de Informação

Apesar da informação ser fundamental para a empresa moderna, a avalanche de dados existente e gerada no meio corporativo precisa ser transformada em informações úteis para o ambiente de negócios. É através dessas informações (úteis e na hora certa) que se consegue ter uma situação de vantagem diante da concorrência. Portanto, se as informações são responsáveis pelo aumento de novos negócios para a organização, estas devem ser sistematizadas para facilitar a tomada de decisão.

Considerando que novos negócios aumentam o volume de informações, muitos dirigentes executivos têm procurado soluções eficazes para resolver esta equação a qual tem provocado uma verdadeira revolução interna nas organizações exigindo modificação de atitudes e comportamento das pessoas que manuseiam estas informações.

A globalização do ambiente de negócios tem forçada as organizações a operar em diferentes ambiente culturais. Sistemas de informação são utilizados para analisar o ambiente de negócios global, provendo a organização com resultados valiosos promovendo oportunidades de negócios, mercados e informações demográficas de consumidores como cultura e políticas. Este retorno é crítico para formulação e implementação de negócios e estratégias de mercado. Em conjunto, os sistemas de informação interligam e coordenam as diferentes operações de empresas globalizadas com eficiência (YASIN & QUIGLEY, 1995).

Porter (1999) afirma que através dos sistemas de informação, as empresas mensuram as atividades com maior exatidão e ajudam a motivar os gerentes na implementação bem-sucedida das estratégias.

Segundo Silva Jr. (2000) a informação gerada nas empresas deve assumir o caráter de dar o suporte informativo adequado, para que os gestores percebam a eficiência e a eficácia empresarial como uma necessidade contínua e sustentada. Cada vez mais, a informação deve aparecer no suporte ao ciclo de planejamento-execução-controle, que se consubstancia no processo de gestão.

2.4.5 – Classificação dos Sistemas de Informação

Turban et al. (2001) classificam os Sistemas de Informação das seguintes maneiras: por níveis organizacionais, áreas funcionais especialistas, tipo de suporte e arquitetura do sistema.

Tipicamente os sistemas de informação que seguem a estrutura organizacional são:

- **Sistemas de informação departamentais:** são aplicações especificamente pertencentes a um departamento ou área funcional;
- **Sistemas de informação empresariais:** enquanto os sistemas de informação departamentais se referem a um único departamento ou área funcional, os sistemas de informação empresariais se referem ao conjunto de aplicações referentes a todos os departamentos;

- **Sistemas interorganizacionais:** são sistemas que interligam duas ou mais organizações que possuem negócios comuns, através da utilização do comércio eletrônico.

Segundo Stair e Reynolds (1999), os sistemas de informação que seguem a estrutura departamental tradicionalmente são divididos em:

- **Sistemas de informação contábeis:** objetivam prever a receita e a atividade empresarial, determinar as melhores origens e aplicações de recursos, gerenciar o caixa e outros recursos financeiros; analisar investimentos e executar auditorias para garantir que a organização esteja financeiramente sadia e que todos os relatórios e documentos financeiros são precisos;
- **Sistemas de informação financeiros:** objetivam analisar investimentos e executar auditorias para garantir que a organização esteja financeiramente sadia e que todos os relatórios e documentos financeiros são precisos;
- **Sistemas de informação de manufatura:** têm como finalidade processar os pedidos dos clientes, desenvolver programações de produção, controlar os níveis de estoque e monitorar a qualidade do produto;
- **Sistemas de informação de marketing:** visam desenvolver novos produtos e serviços, determinar o melhor local para as instalações de produção e de distribuição, determinar as melhores abordagens de propaganda e de vendas e estabelecer os preços de produtos para obter receita mais alta;
- **Sistemas de informação de recursos humanos:** utilizados para examinar candidatos, administrar testes de performance em empregados, monitorar a produtividade dos empregados, entre outros.

Segundo Turban et al. (2001), outra maneira de se classificar os sistemas de informação é de acordo com o tipo de suporte:

- **Sistema de processamento de transações (TPS):** suporta atividades críticas e repetitivas;
- **Sistema de informação de gerenciamento (MIS):** dá suporte a atividades e gerentes funcionais;
- **Sistema de automação de escritórios (OAS):** dá suporte a pessoal de escritório;

- **Sistema de apoio a decisões (DSS):** dá suporte a tomada de decisões de gerentes e analistas
- **Sistema de informações executivas ou de apoio (EIS):** dá suporte a executivos;
- **Sistema de apoio a grupos (GSS):** apóia funcionários que trabalham em grupos;
- **Sistema de apoio inteligente:** dá suporte principalmente a funcionários da área de conhecimento.

Ainda segundo Turban et al. (2001), outro modo de se classificar os sistemas de informação é de acordo com o tipo de arquitetura:

- **Sistemas baseados em Mainframe:** o mainframe tem como papel o processamento de uma grande quantidade de informações e o armazenamento de dados para a corporação, ou seja, são sistemas de informação que manipulam arquivos e banco de dados muito volumosos;
- **Sistemas baseados em um único computador pessoal (PC):** são sistemas de informação projetados para computadores relativamente pequenos e baratos, freqüentemente ligados a computadores maiores e a outros sistemas de informação;
- **Sistemas de computação distribuídos ou em rede:** são sistemas de informação projetados para computadores baratos de construir e de rodar, usados principalmente para acessar redes e à Internet, sendo que estes computadores não possuem capacidade de armazenamento ou poder típico de um computador pessoal.

2.4.6 – Business Intelligence (BI)

Soluções de BI são aquelas que permitem às empresas encontrar, em meio à sua massa de dados, informações fundamentais sobre o seu negócio, podendo assim antecipar tendências, se adiantar no lançamento de produtos, conhecer melhor os seus clientes e alavancar seu potencial competitivo. As possibilidades de verificação e análise dos dados são diversas. Podem ir da obtenção de vários tipos de estatísticas de venda sobre cada um dos produtos da empresa até o recebimento de relatórios garimpos para conhecer o comportamento e as preferências de cada cliente.

Barbieri (2001) afirma que *Business Intelligence* pode ser entendido como a utilização de variadas fontes de informação para se definir estratégias de competitividade nos negócios da empresa. O BI está relacionado ao apoio dos processos de tomada de decisões baseados em dados trabalhados especificamente para a busca de vantagens competitivas.

Entretanto Silva (2000) afirma que *Business Intelligence* ou inteligência organizacional é a capacidade e a função de reunir, analisar e disseminar dados que permitam, obter de maneira sistemática e organizada, informação relevante sobre o ambiente externo e sobre as condições internas da organização, para a tomada de decisão e para a orientação estratégica. Portanto, a inteligência organizacional (ou corporativa ou empresarial) é o gerenciamento total da informação na organização, que compreende também a inteligência competitiva.

Benetti e Marçal (2004) concluem em seu trabalho que com o enorme volume de informações que as empresas tem que administrar nos dias atuais torna-se claro que as ferramentas de BI deverão se aperfeiçoar mais para oferecer melhorias nos seus resultados.

2.4.7 – Considerações adicionais a respeito de gestão da informação

Segundo Laudon & Laudon (1999) todas as empresas têm dois problemas genéricos: como gerenciar as forças e grupos internos que geram seus produtos e serviços e como lidar com clientes, órgãos governamentais, concorrentes e tendências gerais socioeconômicas em seu ambiente. A razão mais forte pelas quais as empresas constroem os sistemas, então, é para resolver problemas organizacionais e para reagir a uma mudança no ambiente.

Porter (1999) enfatiza que a tecnologia continuará a melhorar de maneira rápida. O custo do hardware permanecerá em queda e os gerentes prosseguirão na tendência de disseminar a tecnologia mesmo entre os níveis mais baixos da empresa. O custo do desenvolvimento do software, hoje em dia uma limitação crítica, diminuirá com a crescente disponibilidade de pacotes facilmente amoldados às necessidades dos clientes.

2.5 – Engenharia de Software

Para o desenvolvimento do software que viabilizara o sistema de informação proposto nesta pesquisa, torna-se necessário a utilização de ferramentas de engenharia de software.

Segundo Rose (2002), a engenharia de software é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas de informação que está associada com métodos estruturados de desenvolvimento de software.

Segundo Sommerville (2003), a engenharia de software é uma disciplina da engenharia relativamente nova, cuja meta é o desenvolvimento de sistemas de software com boa relação custo-benefício.

Como toda engenharia, a engenharia de software, usa os resultados da ciência, e fornece problemas para estudo desta (PAULA FILHO, 2001).

2.5.1 – Conceitos sobre Engenharia de Software

Segundo Pressman (2001), os softwares de computadores são produtos que a engenharia de software projeta e constrói. Estes servem como base para a investigação científica moderna e a solução de problemas de engenharia. É um fator chave para diferenciação dos produtos e serviços modernos. Ele está embutido em todos os sistemas de todos os tipos: transportes, médicos, telecomunicações, militares, processos industriais, entretenimento e produtos de escritórios.

Softwares apresentam um desafio, porque é, de certa maneira, uma tecnologia atípica; pois é uma tecnologia protegida pela lei de propriedade intelectual, equivalente a trabalhos de literatura. É fácil de observar isto pois os softwares são “escritos” em uma variedade de linguagens. Sem o hardware no qual ele roda, o software é meramente linha de códigos. Entretanto, o que distingue o software da literatura é quando ele é instalado em um computador tornando-se uma “máquina virtual” – uma ferramenta ou máquina que se utiliza com processadores de textos, ferramentas de desenhos ou banco de dados. Outros tipos de software podem controlar marcapassos no coração ou sistemas de freios em um carro, ou processar transações de créditos ou imagens de telescópios espaciais – isto é, o software é o código que cria máquinas virtuais (QUINTAS 1994).

Quintas (1994) também afirma que o reconhecimento da complexidade do processo no desenvolvimento de software é essencial no entendimento dos caminhos para mudança e neste caso padrões de inovação. O desenvolvimento de software é um processo difícil e muitas vezes cheio de erros nos quais os prazos, entradas de recursos e a qualidade do produto não podem ser preditos com certeza.

Entretanto Sommerville (2003) já considera uma visão muito restritiva associar o termo software aos programas de computador, pois este não é apenas o programa, mas também toda a documentação associada e os dados de configuração necessários para fazes com que esses programas operem corretamente.

Para o desenvolvimento desta documentação, a utilização dos métodos de engenharia de software são de grande valia. De acordo com Sommerville (2003), um método de engenharia de software é uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de software,

cujo objetivo é facilitar a produção de software de alta qualidade, apresentando uma boa relação custo-benefício.

Ainda de acordo com Sommerville (2003), todos os métodos existentes de engenharia de software se baseiam na idéia de desenvolver modelos de um sistema que possam ser representados graficamente e de utilizar esses modelos como uma especificação ou projeto de sistema, entretanto, não existe o método ideal, e diferentes métodos têm áreas de aplicação diversificadas.

2.5.2 - A Unified Modeling Language (UML)

A engenharia de software possui diversas linguagens de modelagem, tais como a UML que Sommerville (2003) destaca como uma linguagem que vem emergindo como linguagem padrão de modelagem.

Segundo Sá (2001), a UML é uma tentativa de padronizar a modelagem orientada a objetos de uma forma que qualquer sistema, seja qual for o tipo, possa ser modelado corretamente, com consistência, fácil de se comunicar com outras aplicações, simples de ser atualizado e compreensível. Esta tentativa de padronização ocorre então porque, segundo Eriksson (1998) existia uma “guerra” entre os métodos orientados a objetos. A UML então unificou os melhores aspectos das metodologias Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, existentes até então.

Segundo Pressman (2001) a UML permite o engenheiro de software expressar um modelo analisado usando a notação de modelagem que é regida por um grupo sintático, semântico, e regras pragmáticas. Na UML um sistema é representado usando cinco diferentes “visões” que descrevem os sistemas de diferentes perspectivas. Cada visão é definida por um conjunto de diagramas. As seguintes visões estão presentes na UML:

- **Visão do modelo de usuário:** Esta visão representa o sistema (produto) da perspectiva dos usuários (chamados atores em UML). O diagrama de caso de uso é a abordagem de modelagem para visão do modelo de usuário. Esta importante representação de análise descreve o cenário na perspectiva do usuário.
- **Visão do modelo estrutural:** Dados e funções são vistas de dentro do sistema. Para isto, estruturas estáticas (classes, objetos e relacionamentos) são modeladas.
- **Visão do modelo comportamental:** Esta parte do modelo de análise representa aspectos comportamentais ou dinâmicos do sistema. Esta também descreve a interação ou

colaboração entre vários elementos estruturais descritos nas visões do modelo de usuário e modelo estrutural.

- **Visão do modelo implementacional:** Os aspectos estruturais e comportamentais do sistema estão representados como serão realizados.
- **Visão de modelo ambiental:** Os aspectos estruturais e comportamentais do ambiente no qual o sistema é implementado são representados.

Segundo Booch et al. (2000) a modelagem cria uma simplificação da realidade para entender melhor o sistema em desenvolvimento. Para a realização destas atividades de modelagem é necessária a utilização de diagramas. Booch et al. (2000) também afirmam que bons diagramas facilitam a compreensão do sistema que se está desenvolvendo.

Ainda de acordo com Booch et al. (2000) tipicamente se utilizam um dos quatro diagramas para visualizar as partes estáticas do sistema. Os diagramas a serem considerados são diagrama de classes, diagrama de objetos, diagrama de componentes e diagrama de implantação.

- **Diagrama de classes:** mostra um conjunto de classes, interfaces e colaborações e seus relacionamentos. Os diagramas de classes são os diagramas mais encontrados em sistemas de modelagem orientados a objetos. Estes diagramas são utilizados para ilustrar a visão estática do projeto de um sistema. Um exemplo de diagrama de classes é exibido na **figura 2.11**.

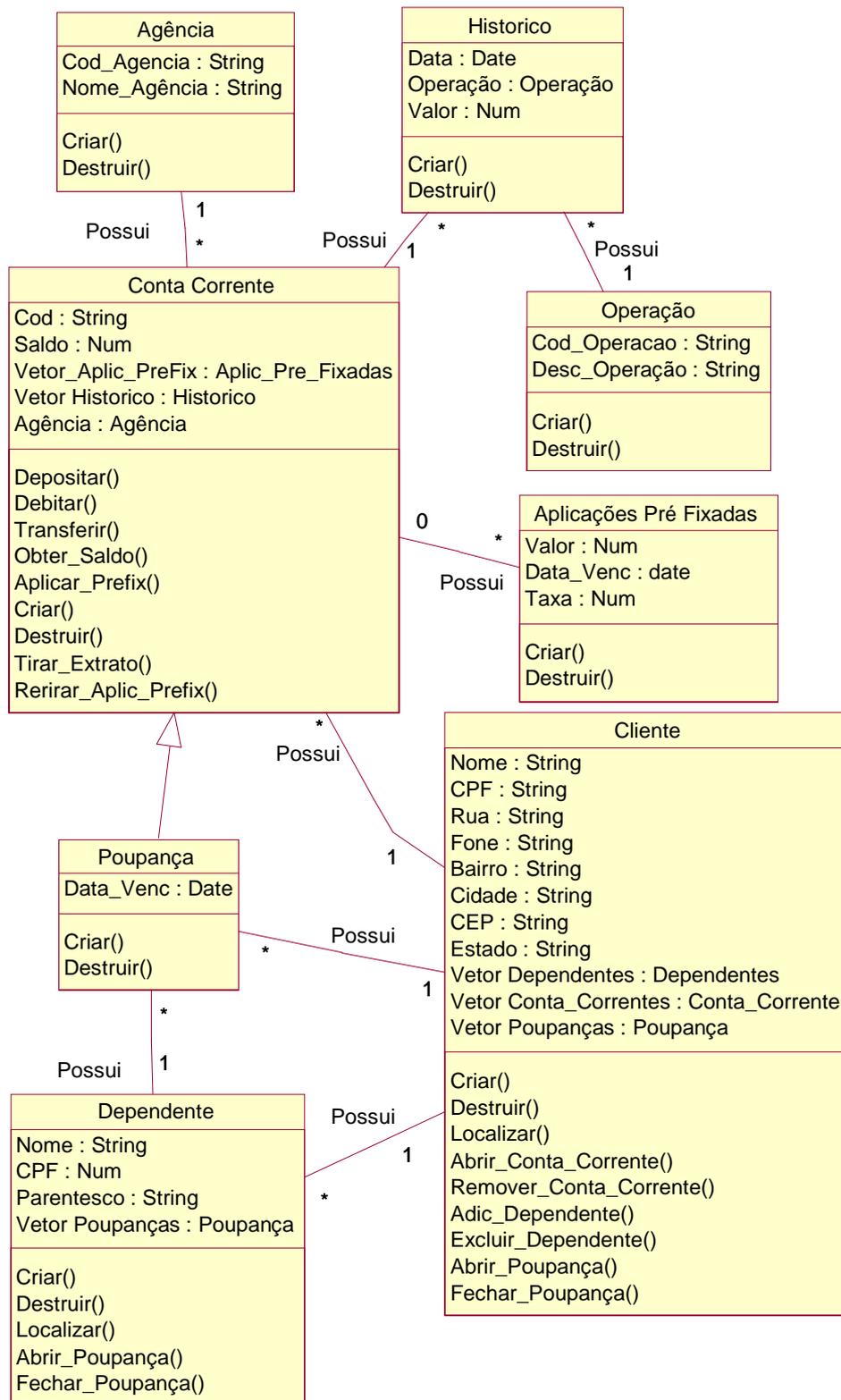


Figura 2.11 – Exemplo de diagrama de classes.

- **Diagrama de objetos:** mostra um conjunto de objetos e seus relacionamentos. Estes diagramas são utilizados para ilustrar as estruturas de dados, registros, estáticos de instâncias dos itens encontrados nos diagramas de classes. Os diagramas de objetos direcionam a visão estática do projeto de um sistema ou a visão estática do processo de um sistema, tal qual os diagramas de classes, mas considerando casos reais ou prototípicos. Um exemplo de diagrama de objetos é exibido na *figura 2.12*.

- **Diagrama de componentes:** mostra um conjunto de componentes e seus relacionamentos. Estes diagramas são utilizados para ilustrar a visão estática da implementação de um sistema. Os diagramas de componentes estão relacionados aos diagramas de classes, pois tipicamente um componente mapeia uma ou mais classes, interfaces ou colaborações. Um exemplo de diagrama de componentes é exibido na *figura 2.13*.

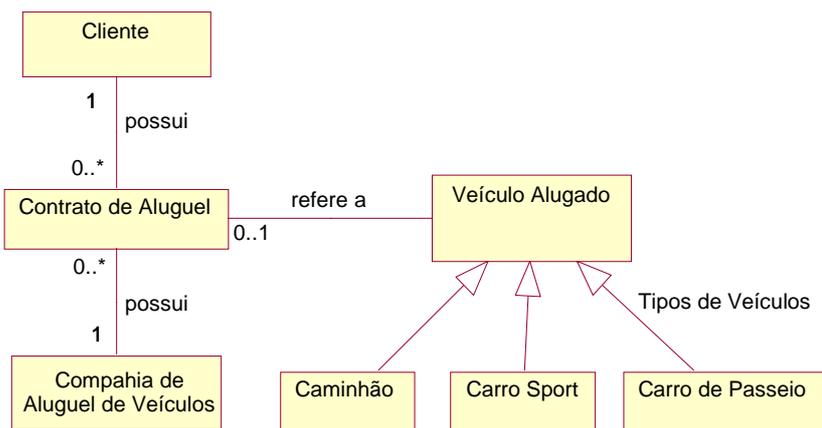


Figura 2.12 – Exemplo de diagrama de objetos.

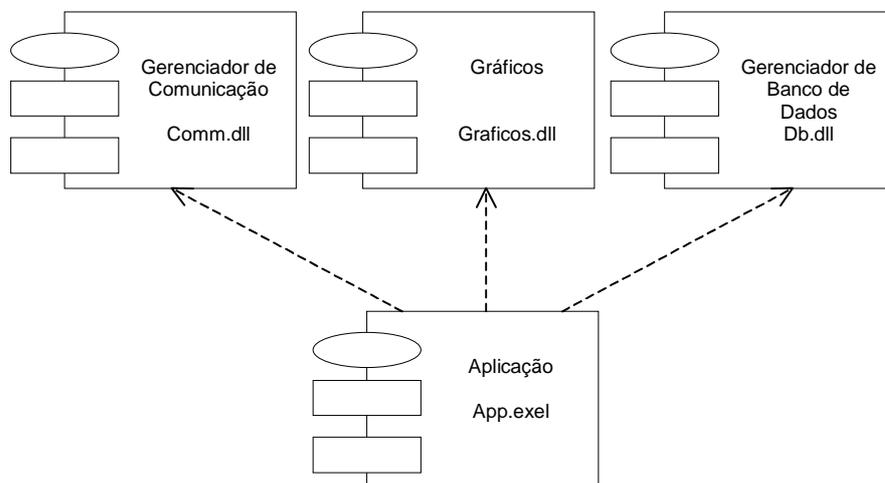


Figura 2.13 – Exemplo de diagrama de componentes.

- **Diagrama de implantação:** mostra um conjunto de nós e seus relacionamentos. Estes diagramas são utilizados para ilustrar a visão estática da implantação de uma arquitetura. Os diagramas de funcionamento estão relacionados aos diagramas de componentes, pois tipicamente um nó contém um ou mais componentes. Um exemplo de diagrama de implantação é exibido na *figura 2.14*.

E com frequência, utiliza-se cinco diagramas adicionais para visualizar as partes dinâmicas de um sistema. Estes diagramas são: diagrama de caso de uso, diagrama de seqüências, diagrama de colaboração, diagrama de gráfico de estados e diagrama de atividades.

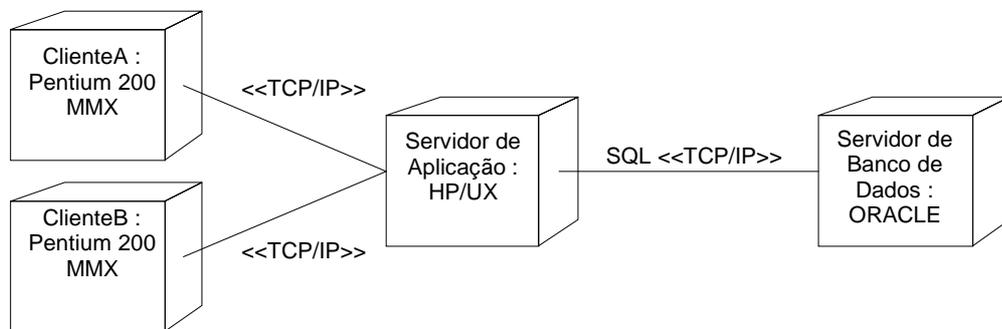


Figura 2.14 – Exemplo de diagrama de implantação.

- **Diagrama de caso de uso:** mostra um conjunto de casos de uso e atores e seus relacionamentos. Estes diagramas são aplicados para ilustrar a visão estática do caso de uso de um sistema. Os diagramas de caso de uso são importantes principalmente para a organização e modelagem dos comportamentos de um sistema. Um exemplo de diagrama de caso de uso é exibido na *figura 2.15*.

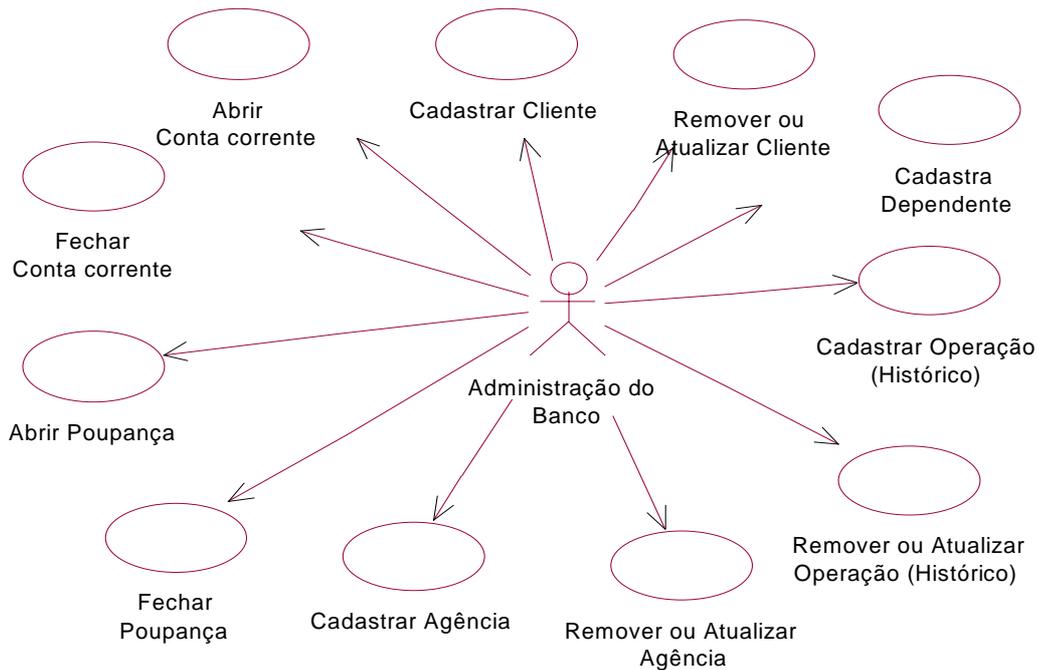


Figura 2.15 – Exemplo de diagrama de caso de uso.

- **Diagrama de seqüências:** é um diagrama de interação que dá ênfase à ordenação temporal de mensagens. Um diagrama de seqüência mostra conjunto de objetos e as mensagens enviadas e recebidas por esses objetos. Tipicamente os objetos são instâncias nomeadas ou anônimas de classes, mas também podem representar instâncias de outros itens, como colaborações, componentes e nós. Estes diagramas são utilizados para ilustrar a visão dinâmica de um sistema. Um exemplo de diagrama de seqüências é exibido na **figura 2.16**.

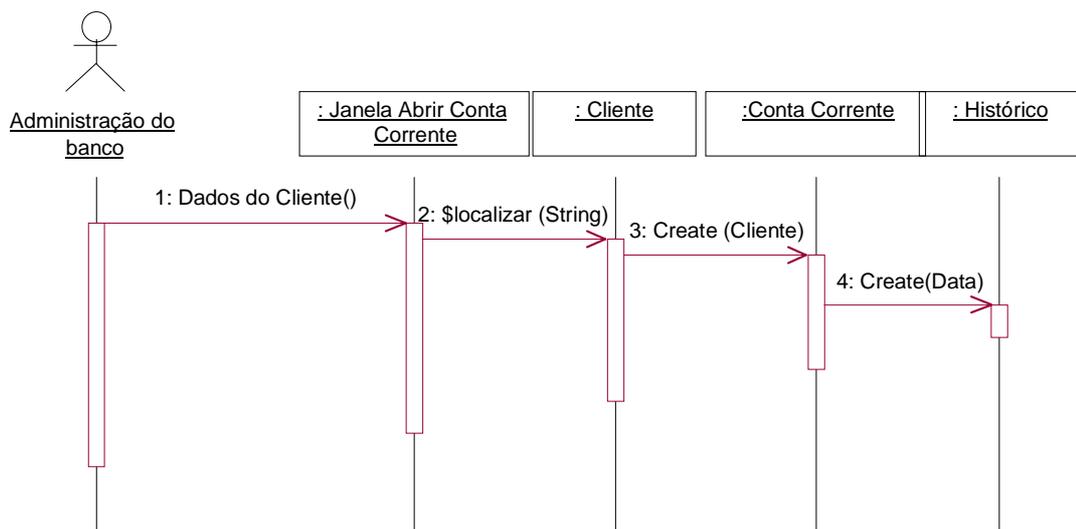


Figura 2.16 – Exemplo de diagrama de seqüências.

- **Diagrama de colaboração:** é um diagrama de interação que dá ênfase à organização estrutural dos objetos que enviam e recebem mensagens. Um diagrama de colaboração mostra um conjunto de objetos, as conexões existentes entre esses objetos e as mensagens enviadas e recebidas pelos objetos. Tipicamente os objetos são instâncias nomeadas ou anônimas de classes, mas também podem representar instâncias de outros itens, como colaborações, componentes e nós. Estes diagramas são utilizados para ilustrar a visão dinâmica de um sistema. Um exemplo de diagrama de colaboração é exibido na **figura 2.17**.

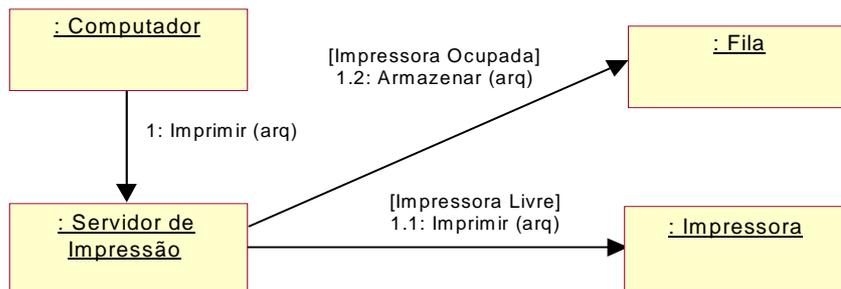


Figura 2.17 – Exemplo de diagrama de colaboração.

- **Diagrama de gráfico de estados:** mostra uma máquina de estados, que consiste de estados, transições, eventos e atividades. São utilizados para ilustrar a visão dinâmica de um sistema. Esses diagramas são importantes principalmente para se fazer a modelagem do comportamento de uma interface, classe ou colaboração. Os diagramas de gráfico de estados dão ênfase ao comportamento de um objeto, solicitado por eventos, que é de grande ajuda para a modelagem de sistemas reativos. Um exemplo de diagrama de gráfico de estados é exibido na **figura 2.18**.

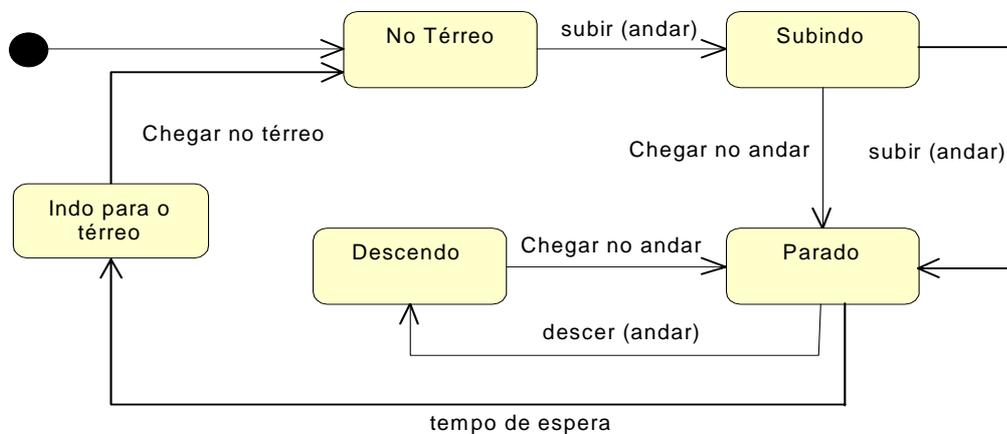


Figura 2.18 – Exemplo de diagrama de gráfico de estados.

- **Diagrama de atividades:** um diagrama de atividades mostra o fluxo de uma atividade para outra em um sistema. Uma atividade mostra um conjunto de atividade, o fluxo sequencial ou ramificado de uma atividade para outra e os objetos que realizam ou sofrem ações. São utilizados para ilustrar a visão dinâmica de um sistema. Esses diagramas são importantes principalmente para se fazer a modelagem da função de um sistema. Os diagramas de atividades dão ênfase ao fluxo de controle entre objetos. Um exemplo de diagrama de atividades é exibido na **figura 2.19**.

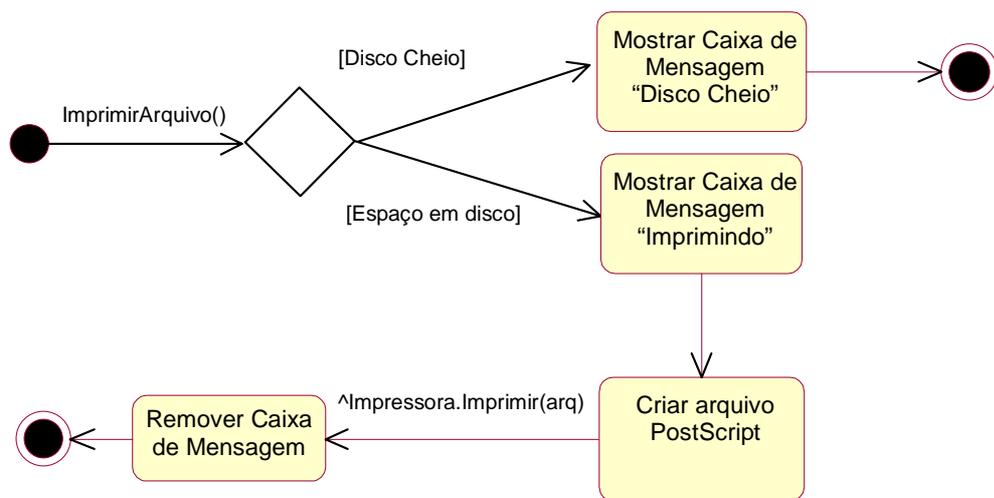


Figura 2.19 – Exemplo de diagrama de atividades.

2.5.3 – Considerações adicionais a respeito da engenharia de software

Hoje uma das maiores dificuldades enfrentadas pela equipe técnica de desenvolvimento de software é definir o melhor método, os procedimentos e as ferramentas a serem aplicadas no desenvolvimento de software.

A engenharia de software é uma ciência importante para auxiliar o desenvolvimento de sistemas de informação. Esta possui diversas abordagens para o desenvolvimento de sistemas, sendo a mais tradicional a UML.

A UML segundo Carvalho et al. (2003), apesar de ser utilizada fortemente para desenvolvimento de sistemas computacionais, também pode ser utilizada para representação de sistemas mecânicos ou de qualquer outro tipo.

Um bom projeto e documentação de sistemas de informação baseados em computadores é uma etapa importante, pois esta permite o desenvolvimento de sistemas mais confiáveis.

CAPÍTULO 3 – CENÁRIO

3.1 – Considerações iniciais

Este capítulo se propõe, primeiramente apresentar a empresa objeto de estudo, explanando sobre suas atividades. Em seguida, faz um breve comentário sobre a área específica de realização do estudo e posteriormente comenta-se sobre o mercado nacional petrolífero.

Neste capítulo realiza-se também uma explanação a respeito do trabalho relacionado a confiabilidade e análise de falhas realizado nesta empresa.

Cabe ressaltar que o presente capítulo corresponde ao estágio 1 da metodologia SSA, conforme pode-se observar na *figura 3.1*, onde o pesquisador identifica o escopo do sistema (no caso, a Refinaria Duque de Caxias) e a situação do problema.

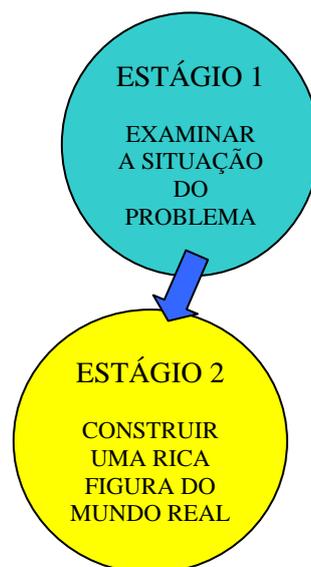


Figura 3.1 – Estágio 1 da metodologia SSA

De acordo com Checkland (1998) o estágio 1, assim como o estágio 2, da SSA procura descrever a realidade do dia-a-dia, sendo que é durante esta etapa que o pesquisador procura entender o funcionamento do sistema atual e negocia os meios de coleta de dados com as pessoas envolvidas no sistema.

3.2 – A empresa

A empresa utilizada como objeto de estudo da presente dissertação trata-se da Unidade de Negócio Refinaria Duque de Caxias (REDUC). A REDUC encontra-se situada na região da baixada fluminense, estado do Rio de Janeiro, mais precisamente no município de Duque de Caxias, as margens da rodovia Washington Luis.

A REDUC, fundada na década de 60, é a refinaria mais complexa do sistema PETROBRÁS e a maior indústria do estado do Rio de Janeiro. Ela encontra-se instalada em uma área de 13 Km² e possui uma capacidade instalada de refino de 242 mil barris/dia, produzindo 52 tipos diferentes de produtos derivados de petróleo, sendo seus principais produtos: lubrificantes, gasolina, óleo diesel, querosene de aviação, GLP, bunker e nafta petroquímica.

O petróleo utilizado é extraído principalmente da plataforma do sistema PETROBRÁS localizada na bacia de campos, município do estado do Rio de Janeiro.

O setor em que ocorreu a coleta de dados foi o setor de Utilidades da Gerência de Energia da REDUC. O organograma da empresa pode ser observado na *figura 3.2*.

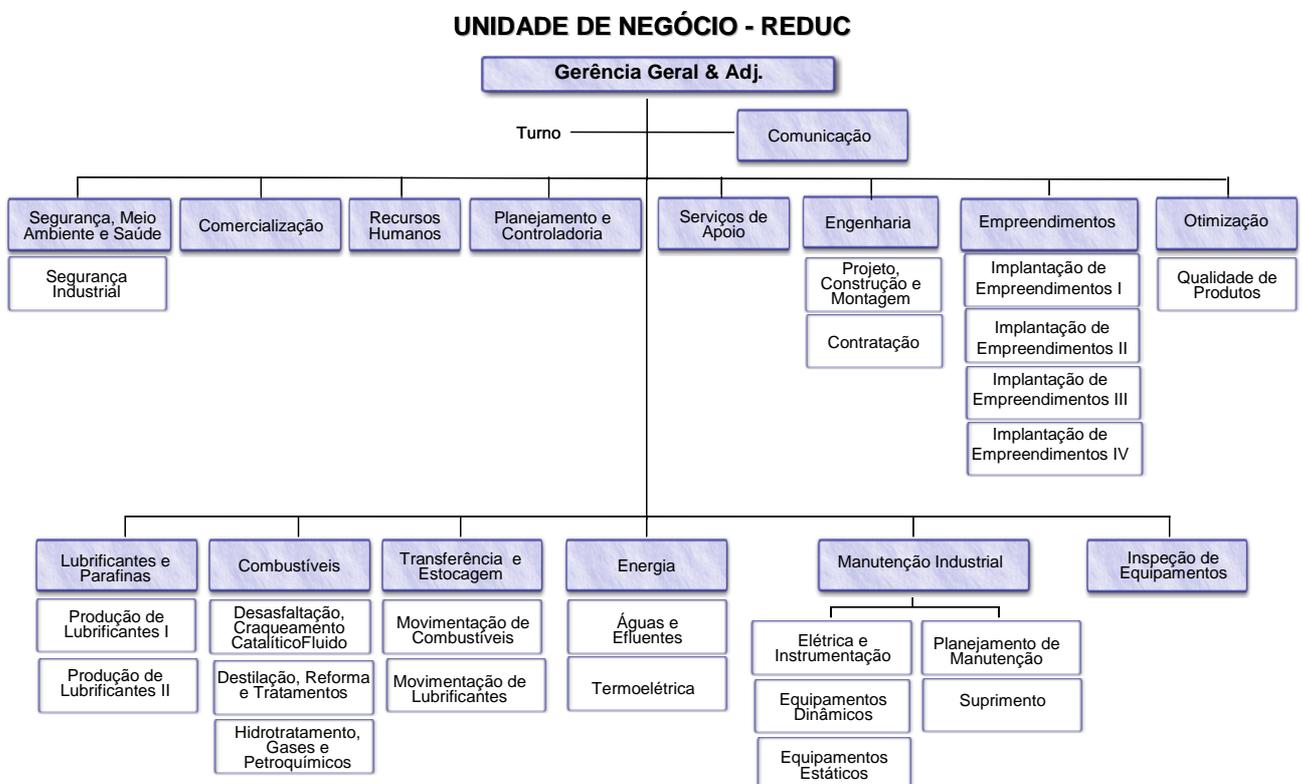


Figura 3.2 – Organograma REDUC

3.3 – A indústria petrolífera

Segundo Baddour (1997) podem ser citadas como principais características do funcionamento da indústria do petróleo:

1. É uma atividade cuja relação com a exploração de recursos naturais é frequentemente considerada como sendo fisicamente não reprodutiva, pelo menos por meios humanos. Esta especificidade implica na tomada da consideração de “custo de uso” o qual explica porque produtores frequentemente conduzem a inclusão da escassez nos preços, quer dizer, fatores de produção suplementar são expressos como custos apoiados pela produção/coletivização como um resultado do esgotamento do recurso em questão.
2. Esta é uma indústria global e de multiprodutos. Global por causa da importância do petróleo no consumo de energia no mundo, e também como consequência das distâncias entre a produção principal e zonas de consumo. Multiprodutos porque o refinamento de um barril de petróleo cru resulta em inúmeros produtos, certamente os quais têm substitutos (como a gasolina) e outros não (petróleo).
3. Esta é uma indústria composta de várias atividades (exploração, produção, transporte, refinamento e distribuição), cada qual pode ser localizada em diferentes lugares e sobre o controle de diferentes personagens.
4. Esta é intensivamente de capital alto. Desse modo, a entrada para estes setores é restrita a grupos financeiros importantes capazes de assumir uma saída considerável de capital. Esta restrição indica a existência de barreiras de entrada e tendência histórica em direção a concentração industrial.
5. Devido a natureza casual de sua exploração, é uma indústria de alto risco.
6. É uma indústria com disparidades marcadas, na sensação que o petróleo cru, além de não ser um produto homogêneo, tem um custo de produção que pode variar em espaço e tempo.
7. Esta é uma indústria onde o excesso de distribuição traz três protagonistas: países exportadores de petróleo, países importadores de petróleo e empresas multinacionais.

Além destas características Weston et al. (1999) considera seis forças gerais que influenciam a indústria mundial de petróleo:

1. Mudanças tecnológicas;

2. Globalização e mercado livre;
3. Privatização e desregulamentação;
4. Instabilidade industrial;
5. Pressões para economias de escala, alcance e complementaridades;
6. Mercado de preços próspero, tarifas de interesses baixos, crescimento econômico poderoso.

3.3.1 – Aspectos políticos do mercado petrolífero nacional

A história do petróleo no Brasil começa em 1858, quando o Marquês de Olinda assina o Decreto nº 2.266 concedendo a José Barros Pimentel o direito de extrair mineral betuminoso para fabricação de querosene, em terrenos situados às margens do Rio Marau, na então província da Bahia.

Dentre os setores de infra-estrutura no Brasil, a indústria de petróleo é aquela que se organizou e se desenvolveu ao redor de uma única empresa. Atualmente, no Brasil este mercado esta passando por profundas transformações. Em 07 de agosto de 1997 foi publicada no diário oficial da união a lei nº 9478 que dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo. A ANP veio iniciar um novo processo para a efetiva flexibilização do monopólio anteriormente exercido pela Petrobrás.

Por volta de meio século a Petrobrás foi agencia reguladora e companhia de petróleo, então a Agencia Nacional do Petróleo (ANP) foi fundada em 1997 e assumiu a responsabilidade pelo modelo regulador pertencente a exploração e produção no Brasil. Desde então foram realizadas seis rodadas de licitações.

Segundo o decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998, o qual implanta a Agência Nacional do Petróleo – ANP, a ANP tem por finalidade promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, de acordo com o estabelecido na legislação, nas diretrizes emanadas do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE e em conformidade com os interesses do País.

Segunda Luca (2002) desde a abertura do setor de petróleo brasileiro, o país tem se transformado em um dos mercados de grande potencial para atrair investimentos na indústria global de petróleo.

3.3.2 – Aspectos econômicos do mercado petrolífero nacional

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME) a oferta energética interna do Brasil se encontra distribuída conforme demonstra a *figura 3.3*.

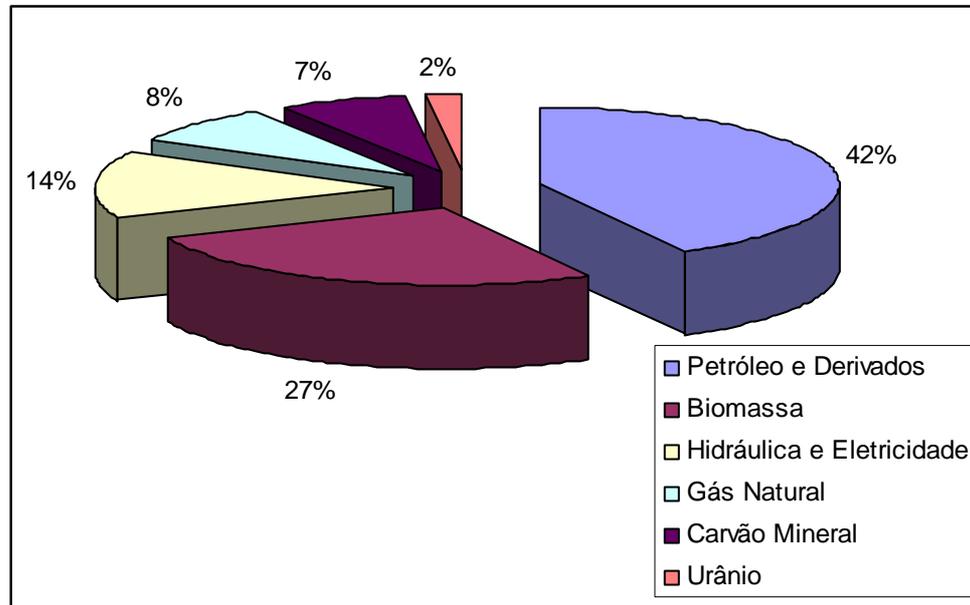


Figura 3.3 - Oferta Interna de Energia

Fonte: Ministério de Minas e Energia 2003

O mercado brasileiro de derivados enfrenta a discrepância problemática do perfil do petróleo produzido ser diferente do perfil do petróleo consumido, o que torna necessária a importação de alguns derivados conforme podemos verificar nos gráficos da *figura 3.4*.

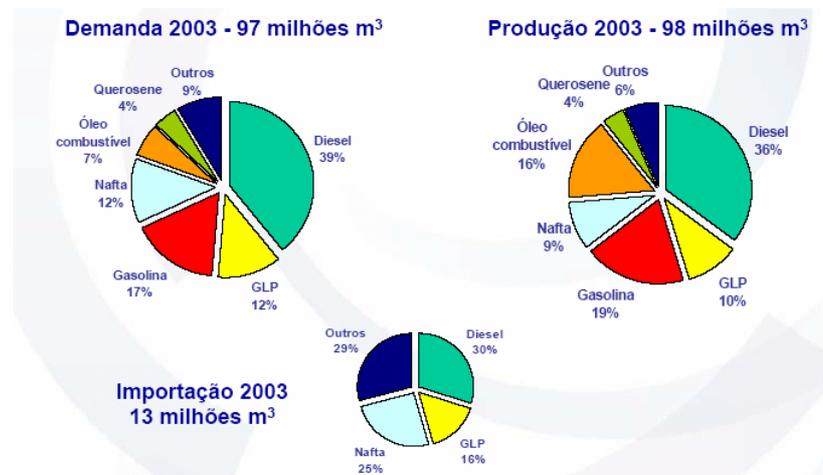


Figura 3.4 - Derivados: Perfil de Demanda x Produção

Fonte: ANP

Entretanto o Brasil, mais especificamente a Petrobrás, a principal empresa brasileira no setor de petróleo possui uma capacidade autorizada considerável de refino conforme pode-se observar no *quadro 3.1*.

Refinaria	Capacidade autorizada de refino (m³/dia)
REFAP	30.000
REPAR	30.000
RPBC	27.000
REPLAN	59.000
RECAP	8.500
REVAP	40.000
REDUC	38.000
REGAP	24.000
RLAM	49.000
LUBNOR	1.000
REMAN	7.300
TOTAL	313.800

Quadro 3.1 – Capacidade autorizada de refino do sistema Petrobrás

Fonte: Petrobrás

3.4 – Refinaria de Petróleo

Atualmente o Brasil conta com um parque de 13 refinarias, sendo 11 pertencentes ao sistema Petrobrás e outras 2 privadas (Manguinhos e Ipiranga).

Uma refinaria de petróleo é mais do que apenas um conjunto complicado de torres e de tubulações de aço. É realmente uma fábrica em que o petróleo cru é utilizado como matéria-prima e se transforma em gasolina e centenas de outros produtos necessários para nossa sociedade moderna. O Petróleo é um líquido escuro, viscoso, mais leve que a água, extraído do subsolo, originário da decomposição orgânica animal e vegetal que depositou-se em grandes quantidades no fundo dos mares e lagos há milhões de anos. É composto de uma mistura de milhares de hidrocarbonetos (que são uma combinação dos elementos carbono e hidrogênio) e uma pequena quantidade de impurezas como enxofre, nitrogênio e metais.

Há três etapas básicas para que ocorra esta transformação do petróleo cru em matéria-prima, seja esta em refinarias grandes ou pequenas, simples ou complexas. Primeiramente, o processo de separação que separa o petróleo cru em vários componentes químicos. Na próxima etapa o processo de conversão separa estes componentes químicos em moléculas chamadas hidrocarbonetos. Por última, o processo de tratamento que combina e transforma moléculas do hidrocarboneto, e outros produtos químicos chamados aditivos, para criar um conjunto de produtos novos.

3.4.1 – O Sistema energético

No aperfeiçoamento dos sistemas energéticos, especificamente em termos de ganhos de eficiência, é fundamental a redução das perdas nos vários processos de conversão, necessários para atender aos consumidores nos seus usos finais. Ao se reduzirem tais perdas, reduzem-se correspondentemente, os níveis de demanda de energia primária e todos os inevitáveis efeitos associados ao consumo de energia, como podem ser os impactos ambientais na exploração dos recursos naturais e as emissões para a atmosfera. Neste sentido destaca-se a tecnologia da produção combinada de calor útil e energia elétrica ou mecânica, de modo simultâneo e a partir de um único combustível, também denominada cogeração.

Balestieri (1990) apresenta a cogeração como sendo a geração simultânea das energias térmica e eletromecânica como uma forma de suprimento a um custo menor e com maior eficiência. Estas energias são geradas a partir de um único combustível. Ainda segundo Balestieri (1990) os gases quentes resultantes do trabalho de combustão podem ser utilizados em diversas atividades, tais como processos de secagem, calefação, como em caldeiras de recuperação de calor.

A REDUC utiliza o gás natural como combustível para a geração de energia em seu sistema de cogeração. Entretanto, devido às inúmeras atividades em relação a refinamento de petróleo realizadas dentro da REDUC, esta necessita adquirir 40% de sua energia junto à concessionária de distribuição de energia elétrica local. A *figura 3.5* ilustra o funcionamento do sistema energético da REDUC.

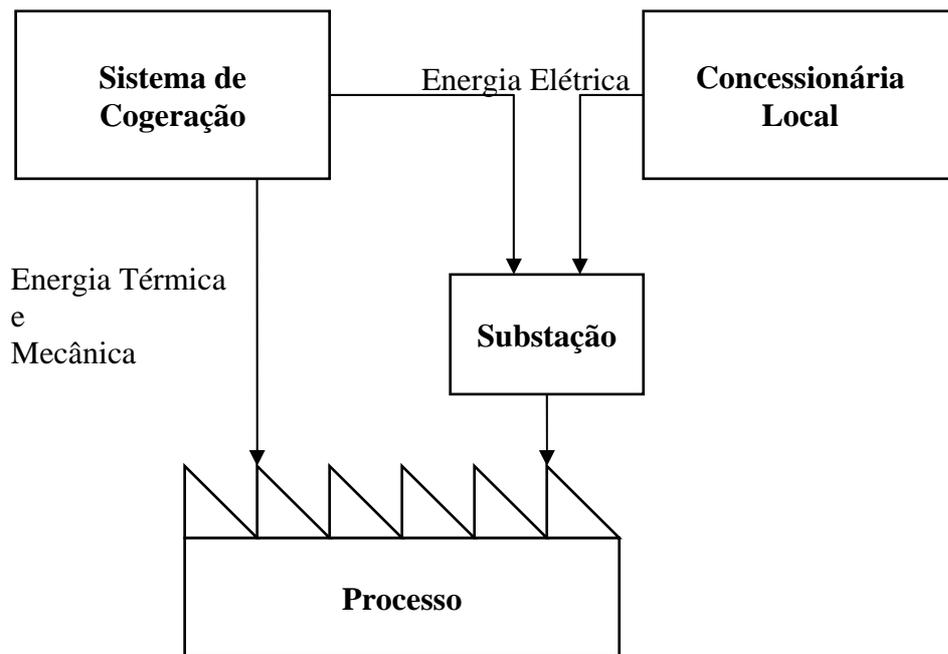


Figura 3.5 – Sistema Energético da REDUC

Uma visão geral com relação às possibilidades de abastecimento das demandas de uma central de cogeração pode ser observada na *figura 3.6*. Assumindo um consumidor de energia elétrica, calor útil e frio, pode-se considerar diversas configurações possíveis. Dessa forma, a demanda de energia elétrica pode ser suprida pela compra da concessionária (EECompra), complementada ou totalmente substituída pela geração elétrica nas máquinas térmicas (isto é, para o exemplo dado, turbinas a gás e/ou motores Diesel), podendo também ser considerada a possibilidade de venda de algum eventual excedente gerado (EVenda). Para a demanda de energia térmica, pode-se considerar a de geração de calor através de caldeiras convencionais de processo e/ou em caldeiras de recuperação utilizando a energia térmica disponível nos gases quentes de exaustão das turbinas ou motores. Na caldeira de recuperação pode ser incluída uma queima suplementar a fim de aumentar a geração de vapor. No que diz respeito a produção de frio, pode-se optar pelo emprego de máquinas de refrigeração de compressão ('chillers') e/ou 'chillers' de absorção, sendo nesse segundo caso, adotada como fonte energética o calor. Naturalmente que se trata da configuração mais genérica possível e que poderá ser simplificado no caso de sistemas destinados ao atendimento de cargas específicas.

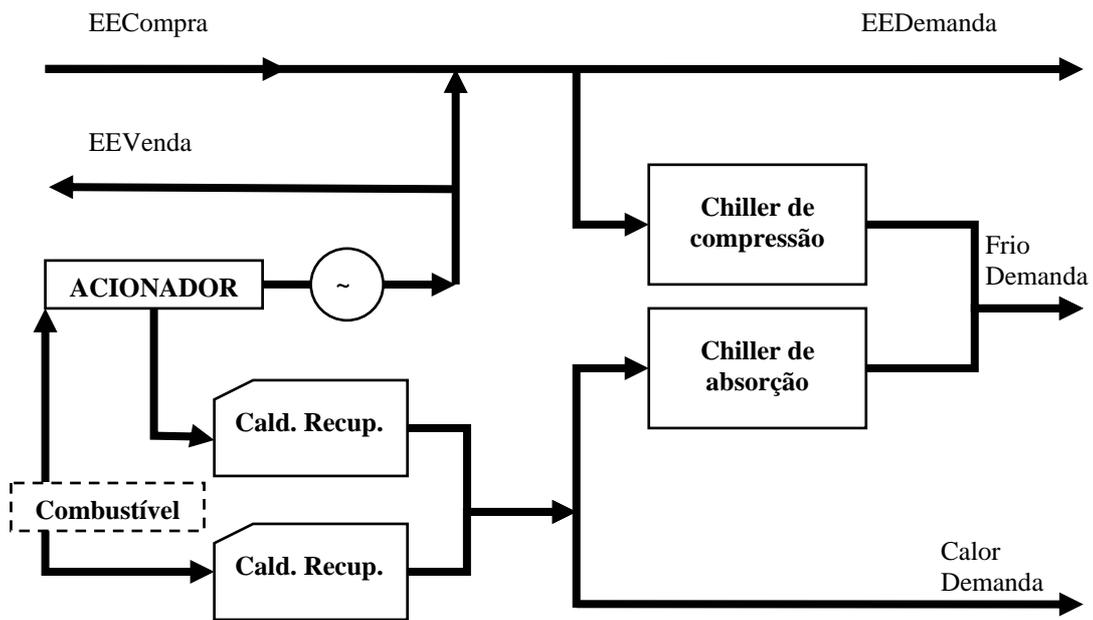


Figura 3.6 – Estrutura básica de uma instalação de cogeração

Fonte: Eletrobrás (2004).

3.4.2 – Setor de utilidades

O setor de utilidades tem como função o fornecimento de insumos, como energia elétrica, vapor de alta, média e baixa pressão, óleo combustível, ar comprimido com e sem tratamento, água tratada para caldeiras e água de uso geral, os quais abrangem todos os setores da refinaria.

O setor de utilidades da REDUC não poderia ser diferente. Seu setor de utilidades é constituído por sistemas de tratamento de água bruta, com tanque de floculação e clarificação, e filtros; desmineralização de água, com resinas aniônicas e catiônicas; tratamento de efluentes industriais, águas pluviais contaminadas e efluentes sanitários; ar comprimido para serviço e instrumentação; proteção contra incêndio e separação de água e óleo, entre outros.

O vapor de água é gerado nas caldeiras a partir da queima de óleo e/ou gás combustível.

A água para o uso nas caldeiras é filtrada, decarbonatada, desmineralizada (processo de purificação que retira sais da água, por meio de um sistema composto de pequenas esferas de material plástico, chamado "resina de troca iônica") e posteriormente desaerada para retirar todo o oxigênio que nela possa estar dissolvido.

3.5 – Considerações adicionais

Conforme Clegg e Walsh (1998), o estágio 1 da SSA, apresentado neste capítulo (*figura 3.1*), é onde o analista começa a identificar o escopo do sistema e a situação do problema que está sob análise, e negocia o programa de ação para a coleta de dados com os participantes do sistema, identificando as pessoas-chaves para a coleta de dados.

Visando completar este estágio, optou-se junto ao gerente de energia a coleta de dados através de registros históricos junto ao setor responsável pelo sistema de cogeração. Nesta fase definiu-se importante a participação de um técnico para auxiliar a padronização e parametrização das principais falhas e definição das *falha x causas* (mapeamento) do sistema. Deve-se ressaltar que o próximo estágio (estágio 2) da SSA será a coleta de dados.

CAPÍTULO 4 – COLETA DE INFORMAÇÕES

4.1 – Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentada a metodologia de coleta de dados. Vale lembrar que o sujeito da pesquisa é o sistema de energia da REDUC e os dados coletados serão utilizados para o desenvolvimento do sistema de informação.

O capítulo inicia-se realizando considerações metodológicas da pesquisa, explicitando as abordagens empregadas no presente trabalho para a coleta de informações. Logo após é descrito o modo pelo qual a coleta de dados histórica decorreu, seguindo com o escopo da pesquisa não estruturada, onde se descrevem suas características, seu objetivo, sua forma de aplicação, seu resultado e suas limitações, finalizando com as considerações finais.

Cabe ressaltar que o presente capítulo corresponde aos estágios 2 e 3 da metodologia SSA, conforme pode-se observar na **figura 4.1**, sendo o estágio 2 onde o pesquisador realiza a coleta dados para obter uma ampla visualização do sistema (no caso o sistema de energia da REDUC) e sendo o estágio 3 onde o analista e os participantes procuram novas perspectivas para visualizar a situação do problema.



Figura 4.1 – Estágios 2 e 3 da metodologia SSA

O estágio 2 também procura descrever a realidade do dia-a-dia, sendo que neste estágio segundo Checkland (1998) em que se realiza a coleta de dados afim de criar uma

representação do sistema, ou seja, os dados históricos relativos as falhas ocorridas na REDUC auxiliarão no entendimento do sistema. O estágio 3, segundo Cassel e Symon (1994), é onde o pesquisador e os participantes buscam novas maneiras de se enxergar o sistema em estudo. Cada ponto de vista foi discutido com relação as falhas registradas nos registros históricos e ao final chegou-se a um consenso quanto ao ponto de vista que melhor define o sistema, ou seja, neste estágio foram atribuídos pesos a cada falha ocorrida no sistema, pesos estes que expressavam desde gravidade intrínseca da falha até mesmo outros fatores que poderiam vir a auxiliar no desenvolvimento do sistema de informação.

4.2 – Considerações metodológicas

Inicialmente optou-se como forma de coleta de dados a utilização de dados históricos da organização. Segundo Keren et al. (2003), algumas organizações armazenam dados de incidentes, sendo que estas organizações se diferem umas das outras de acordo com seus interesses, procedimentos de coleta de dados, definições e escopo.

Também optou-se como forma de coleta de dados a técnica de roteiro não estruturado. Conforme observa Bryman (1989), a natureza da pesquisa qualitativa provê ao pesquisador um forte senso do contexto, provendo ainda grande facilidade ao entendimento do que ocorre na organização. Portanto, a pesquisa com características qualitativas, vem auxiliar o pesquisador a compor um panorama geral da situação da empresa, de seus problemas e de suas necessidades.

4.3 – Coleta de dados históricos

Os dados históricos foram coletados (conforme descreve o estágio 2 da SSA) em banco de dados mantidos pela própria organização. Entretanto, para uma formalização na coleta destes registros a REDUC utiliza um formulário denominado Relatório de Ocorrência Anormal (ROA) conforme pode ser visto no anexo 1. O registro do ROA ocorre por um funcionário da própria empresa que deveria preencher a mesma com diversos tipos de informação entre elas:

- Título da ocorrência;
- Número da ocorrência;
- Localização exata da unidade e do sub-órgão em que houve a ocorrência;
- Dia, mês, ano e horário da ocorrência;

- Duração da ocorrência;
- Descrição da situação antes da anormalidade, durante a anormalidade e quais as providências adotadas para sanar a mesma;
- A análise da anormalidade através das causas básicas e imediatas;
- Registro de empregados acidentados;
- Registro de perdas materiais como: equipamentos, produtos, materiais, retratamento, reprocessamento, contratações e horas extras, custos, e outros itens;
- Equipamento afetado;
- Avaliação do potencial de gravidade da anormalidade e da possibilidade de reincidência futura;
- Formas de prevenção de re-ocorrência da anormalidade.

Entretanto, pode-se comprovar que apesar da quantidade de campos disponíveis, na maioria das vezes nem todos os dados são registrados, dados estes como custos envolvidos na operação, duração da anormalidade e até mesmo o registro de empregados acidentados, podendo esta ser considerada uma oportunidade de melhoria nos procedimentos adotados pela empresa, pois segundo Keren et al. (2003), algumas vezes são necessários grandes esforços para integrar a informação das fontes de dados a fim de identificar os efeitos de aspectos individuais dos procedimentos de coleta na qualidade e integridade dos dados.

Após o registro da ocorrência o relatório é verificado pelo setor responsável pelo tratamento do incidente, a segurança industrial e o chefe do órgão. Logo após, é então realizado o registro do ROA em um sistema de banco de dados utilizado pela própria REDUC, desenvolvido na plataforma Microsoft Access, no qual foi desenvolvido uma máscara para entrada de dados através de um formulário conforme pode-se observar na *figura 4.2*.

Entretanto pode-se observar que os dados inseridos no ROA não se encontram todos presentes na máscara de inserção do Banco de Dados, o que também apresenta ser uma oportunidade de melhoria para a empresa, pois maiores detalhes no registro das ocorrências poderiam gerar uma maior qualidade no resultado em possíveis análises de dados. Keren et al. (2003) salientam que a estrutura de alguns bancos de dados pode ser alterada visando algumas aplicações, especialmente para o melhoramento dos processos e o desenvolvimento de modelos de redução de risco.

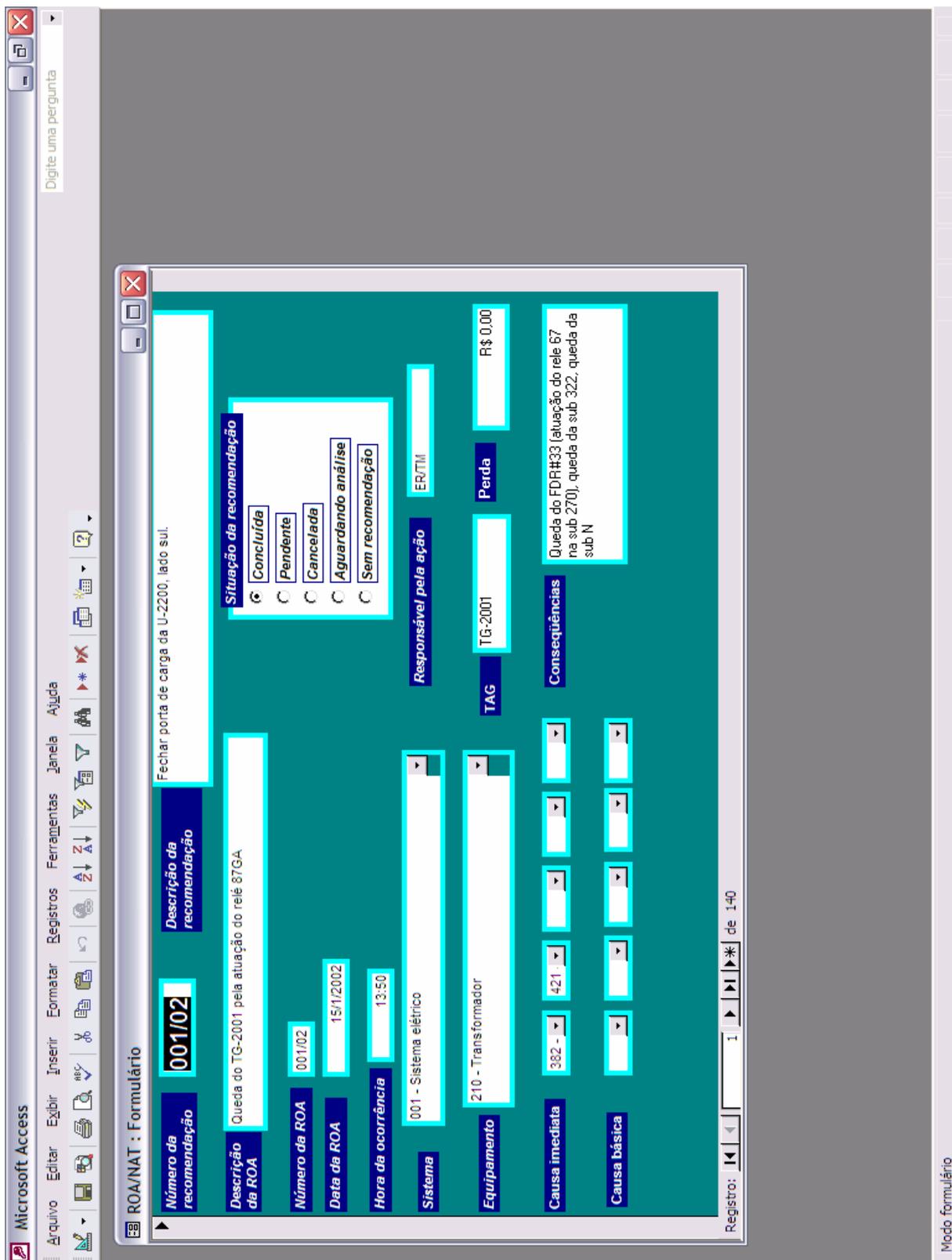


Figura 4.2 – Tela de entrada do ROA

4.4 – Escopo da pesquisa não-estruturada

A técnica utilizada foi a de entrevista não estruturada, onde se pretende, com base no conjunto de respostas de uma pergunta subjetiva, aferir a opinião dos entrevistados quanto aos problemas que afetam a empresa.

As entrevistas tiveram como público-alvo o pessoal envolvido com manutenção na REDUC e se referem ao estágio 3 da SSA, onde o pesquisador e os participantes buscam novas maneiras de se enxergar o sistema em estudo.

As entrevistas foram realizadas em duas etapas: a primeira com a participação de um técnico em manutenção quando procurou-se compreender o funcionamento do sistema de manutenção e algumas falhas.

Durante a primeira entrevista o técnico em manutenção salientou sobre as principais falhas que ocorrem e a maneira pela qual eles tratam estas falhas. Concomitante com esta primeira entrevista ocorreu também a coleta de registros históricos onde o técnico em manutenção foi sabatinado sobre o conteúdo das bases de dados. Também durante este processo pode-se conhecer melhor o funcionamento do sistema de energia da REDUC.

Em outra oportunidade ocorreu a segunda etapa da entrevista na qual o gerente de energia e o de confiabilidade foram questionados a respeito dos dados encontrados na base de dados. Durante esta entrevista ocorreu o trabalho de padronização das principais falhas. Percebeu-se que a organização possuía evidentemente uma padronização das causas das falhas, mas não possui uma padronização em termos de nomenclatura das falhas. Ocorre a utilização de alguns termos diferenciados para a mesma ocorrência, devido, principalmente, a formação profissional dos funcionários.

Pode-se verificar que além da diferenciação na linguagem utilizada pelo técnico não existir um procedimento para inserção das falhas, ou seja, ocorre também o fato do funcionário confundir a falha com a causa e inseri-las juntamente no banco de dados.

As principais falhas ficaram assim padronizadas:

- Abertura indevida de válvula;
- Contaminação ácida do tanque da caldeira;
- Contaminação do condensado com hidrocarboneto;
- Desarme do circuito "O";

- Desenergização de Barramento;
- Desligamento de disjuntor;
- Despressurização indevida da torre;
- Obstrução de queimador;
- P-1245 – Inoperância devido a travamento do rotor;
- P-2001A/B/C - Obstrução do filtro da sucção com resina;
- Perda da variável do PC-011 (Master dos SG-2001/2);
- Quebra do acoplamento;
- Quebra do visor de fluxo de óleo lubrificante;
- Queda da pressão de água de make-up;
- Queda da rede aérea;
- Queda da Sub F;
- Queda de alimentador;
- Queda de Feeder;
- Ruptura de mangueira de ar;
- Trip de Caldeira;
- Trip de Turbo Gerador.

Após este trabalho de padronização das principais falhas, iniciou-se o trabalho de averiguação de suas potencialidades intrínsecas. Segundo os gerentes, a pior falha que pode ocorrer seria aquela que teria como consequência a parada da refinaria. A partir de então foram atribuídos valores de 1 a 9 para as potencialidades das falhas, sendo o valor 9 atribuído a pior situação.

Também optou-se durante este trabalho de execução pela definição de alguns parâmetros para os indicadores de desempenho. Como consequência foi sugerida a utilização de um parâmetro que refletisse a potencialidade que cada falha teria de provocar danos em termos de saúde, meio-ambiente e segurança (nomeado como fator SMS), sendo estes valores também definidos de 1 a 9, ficando os valores definidos como pode-se observar no *Quadro 4.1*.

Falha	Potencialidade	Fator SMS
Abertura indevida de válvula	2	7
Contaminação ácida do tanque da caldeira	9	6
Contaminação do condensado com hidrocarboneto	9	8
Desarme do circuito "O"	2	4
Desenergização de Barramento	4	5
Desligamento de disjuntor	9	5
Despressurização indevida da torre	9	9
Obstrução de queimador	3	5
P-1245 – Inoperância devido a travamento do rotor	2	2
P-2001A/B/C - Obstrução do filtro da sucção com resina	9	8
Perda da variável do PC-011 (Master dos SG-2001/2)	8	6
Quebra do acoplamento	3	5
Quebra do visor de fluxo de óleo lubrificante	3	5
Queda da pressão de água de make-up	5	5
Queda da rede aérea	2	2
Queda da Sub F	4	3
Queda de alimentador	4	3
Queda de Feeder	4	3
Ruptura de manqueira de ar	2	5
Trip de Caldeira	4	8
Trip de Turbo Gerador	6	5

Quadro 4.1 – Potencialidade e Fator SMS para cada falha.

Para finalizar esta etapa foram coletados os fatores de detecção de uma determinada falha, os quais serão utilizados para a construção dos indicadores, ficando o fator de detecção definido de 1 a 9 e devendo refletir três formas de manutenção: preditiva, preventiva e corretiva. Adotou-se utilizar valores de 1 a 3 para manutenção preditiva, 4 a 6 para manutenção preventiva e de 7 a 9 para manutenção corretiva, conforme pode-se observar na **figura 4.3**. Obviamente, tal classificação pode ser reconsiderada segundo os preceitos práticos de sua aplicação. Esta classificação foi adotada porque se a manutenção preditiva é adotada, a probabilidade de ocorrência de uma falha é menor do que se ocorresse uma manutenção preventiva, que por sua vez torna a probabilidade de ocorrência de uma falha menor do que se adotasse uma manutenção corretiva. Esta situação deveria então ser refletida no indicador de desempenho. Além desta classificação foi adotada uma classificação interna, ou seja, por exemplo, para a manutenção preditiva existe uma manutenção preditiva baixa, média ou alta. Se um determinado mecanismo de manutenção preditiva for mais efetivo que outro, este deve ser categorizado como manutenção preditiva alta ou média e o outro deve ser

categorizado como média ou baixa respectivamente, devendo o mesmo ocorrer para outros tipos de manutenção.

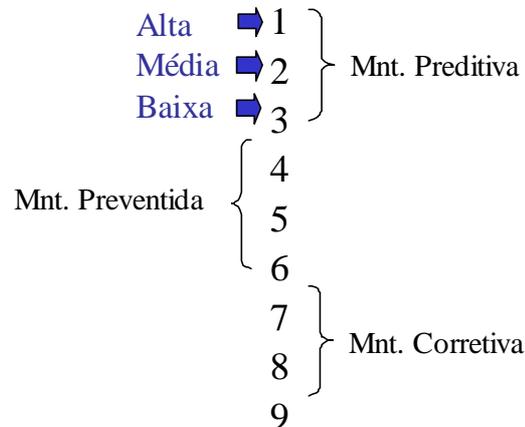


Figura 4.3 – Valor atribuídos as diferentes políticas de manutenção

Os valores para detecção das falhas ficaram definidos conforme pode-se observar no *quadro 4.2*.

Falha	Deteção
Abertura indevida de válvula	5
Contaminação ácida do tanque da caldeira	5
Contaminação do condensado com hidrocarboneto	5
Desarme do circuito "O"	9
Desenergização de Barramento	5
Desligamento de disjuntor	5
Despressurização indevida da torre	7
Obstrução de queimador	5
P-1245 – Inoperância devido a travamento do rotor	9
P-2001A/B/C - Obstrução do filtro da sucção com resina	5
Perda da variável do PC-011 (Master dos SG-2001/2)	5
Quebra do acoplamento	9
Quebra do visor de fluxo de óleo lubrificante	9
Queda da pressão de água de make-up	5
Queda da rede aérea	7
Queda da Sub F	7
Queda de alimentador	7
Queda de Feeder	7
Ruptura de mangueira de ar	8
Trip de Caldeira	5
Trip de Turbo Gerador	5

Quadro 4.2 – Fator de detecção de cada falha.

Entretanto, os parâmetros devem ser criteriosamente revistos segundo sua aplicação específica. Adotaram-se os valores para os parâmetros potencialidade, SMS e detecção com o objetivo de ilustrar o método.

4.5 – Considerações adicionais

O estudo apresenta limitação óbvia de singularidade, por se restringir a uma única unidade produtiva, não podendo generalizar os resultados obtidos. A não-generalização soma-se a outra característica típica deste tipo de pesquisa: os resultados são baseados nas experiências e conhecimento técnico dos especialistas, seja no momento do registro das falhas na base de dados da organização ou mesmo durante as entrevistas, sendo estas sujeitas a componentes de ordem psicológica ou idiossincrática.

Há também limitação consciente do estudo, pois conforme observa Bryman (1989), foi utilizado o método da pesquisa qualitativa com questão subjetiva, o que pode gerar problemas de interpretação por parte do pesquisador quanto às respostas obtidas dos entrevistados.

Outra limitação é o aspecto da temporalidade. Os resultados da pesquisa refletem a experiência e o conhecimento técnico dos entrevistados no momento da pesquisa.

CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

5.1 – Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentado o processo de desenvolvimento do sistema de informação.

O capítulo inicia-se com o desenvolvimento do sistema de medição de desempenho, privilegiando a utilização dos dados históricos (banco de dados ROA) disponíveis na organização para o desenvolvimento dos indicadores de desempenho. Logo após é apresentado através dos diagramas da UML o projeto do sistema de informação, sendo que este sistema é desenvolvido com base nos registros históricos disponíveis na organização e implementado através da linguagem Visual Basic 6. E finalmente é apresentado o sistema de informação desenvolvido.

Cabe ressaltar que o presente capítulo corresponde ao estágio 4 da metodologia SSA, conforme pode ser observado na *figura 5.1*, onde considerado o estágio conceitual, o analista desenvolve o modelo do que o sistema deve fazer para encontrar as perspectivas selecionadas.

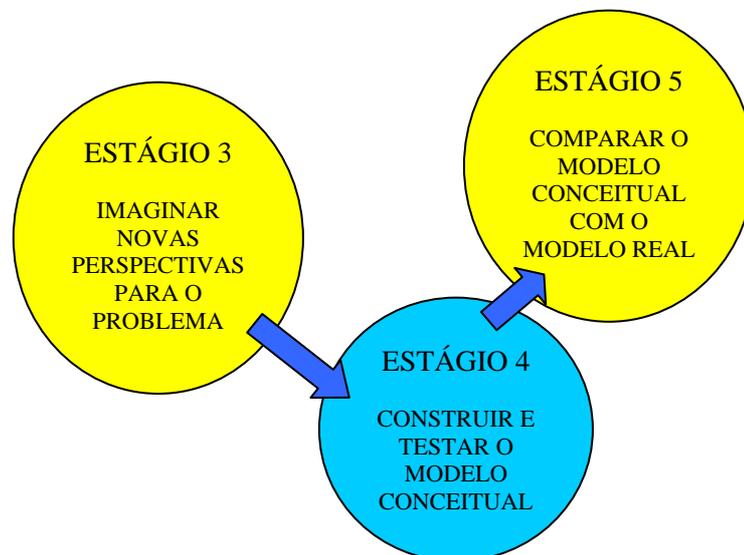


Figura 5.1 – Estágio 4 da SSA

No estágio 4 o pesquisador desenvolve um modelo conceitual de como o sistema deveria ser para cumprir os requisitos definidos. Desta forma o sistema de informação desenvolvido durante esta etapa trata-se de um modelo e não de um sistema completo, pois o

objetivo deste é somente apontar, conforme afirmam Cassel e Symon (1994), como o sistema deveria ser para cumprir os requisitos definidos.

5.2 – O Sistema de Medição de Desempenho

Conhecidas as falhas e seu processo de formação através dos registros históricos da organização passa-se para o desenvolvimento de indicadores, os quais deverão permitir o monitoramento da ocorrência das mesmas e seus impactos no sistema operacional da empresa. Em decorrência, passam a serem utilizados como instrumentos de gestão para melhoria do sistema.

Os indicadores medem, em síntese, a capacidade do sistema em cumprir satisfatoriamente sua finalidade, ou seja, uma falha pode ser definida como sendo o término da habilidade do sistema em desempenhar a função requerida.

Os indicadores foram desenvolvidos em um trabalho conjunto do Grupo de Gestão da Produção (GGP) do Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), do qual o pesquisador faz parte. Foram propostos indicadores que possibilitarão a adoção posterior de medidas corretivas e preventivas, relacionadas com as políticas de gerenciamento operacional do sistema:

- IOF – Indicador de Ocorrência de Falhas;
- IGF – Indicador de Gravidade de Falhas;
- IPF – Indicador de Potencialidade de Falhas;

É importante salientar que o IOF e o IGF gerenciam falhas e possuem a característica básica de relatar o fato ocorrido. Em outras palavras, estes indicadores especificam as falhas que já ocorreram num determinado período permitindo assim um diagnóstico dos fatos. Tais indicadores ensejam ações gerenciais corretivas.

O IPF, por outro lado, se propõe a analisar a falha como um efeito decorrente de uma ou várias causas. O seu mérito maior é priorizar as falhas de maior potencialidade de ocorrência e assinalar, de forma clara, quais as causas mais importantes a elas relacionadas, permitindo assim um prognóstico dos fatos. Assim sendo, a gerência poderá direcionar seus esforços para as causas prioritárias, minimizando a potencialidade da falha. O IPF tem sua estrutura calcada na tecnologia de confiabilidade de sistemas FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis* - e enseja uma ação gerencial preventiva.

O valor do indicador em si pouco responde, a não ser que contextualizadas com outras medições, seja ao longo do tempo de um mesmo sistema, seja em um dado momento para sistemas similares de refinarias diferentes. Tal observação é inerente a própria característica básica de um indicador que é ser um instrumento de medição, ou seja, possibilitar comparações e priorizações.

5.2.1 – IOF – Indicador de Ocorrência de Falhas

O IOF é um indicador que pretende explicitar, por tipo de falha, a frequência que ocorrem em um determinado período de observação. Este indicador é, na verdade, uma discretização quali-quantitativa do tradicional indicador macro “Taxa de Falha”.

O IOF pode se relacionar a um determinado período de ocorrência, definido por datas e durações, buscando responder a seguinte questão: *Quais as falhas de maior ocorrência em um período pré-estabelecido?*

Baseado nos registros históricos disponíveis na organização o equacionamento do IOF fica assim definido conforme a *equação 5.1*.

$$IOF_i = F_i \quad (\text{eq. 5.1})$$

onde:

F_i = Frequência de ocorrência da falha i .

Contudo, a utilização do somatório da duração da ocorrência da falha i poderia ser a melhor opção no desenvolvimento deste indicador de desempenho, entretanto, a organização não possui em seus procedimentos a cultura de registrar a duração das ocorrências das falhas, o que pode ser observado como uma oportunidade de melhoria no sistema de coleta de dados disponível.

5.2.2 – IGF – Indicador de Gravidade de Falhas

O IGF é um indicador que pretende explicitar a gravidade da falha ocorrida em um período de avaliação pré-estabelecido. O indicador levará em consideração um conjunto de variáveis cuja interdependência afeta a gravidade da falha ocorrida, ou seja:

- Tipo da falha - algumas falhas em si são mais graves que outras como, por exemplo, a contaminação ácida do tanque da caldeira que é uma falha mais grave que o desarme do circuito “O”, pois o desarme do circuito “O” somente prejudica o funcionamento da balança

que pesa os caminhões que deixam a refinaria, enquanto a contaminação ácida do tanque da caldeira pode vir a comprometer a integridade do sistema de geração de vapor e resfriamento;

- Efeitos provocados pela falha, em termos de localização, abrangência e momento da ocorrência – em determinados momentos do dia a refinaria é mais exigida em termos de produção, sendo que falhas nestes momentos impactam mais ao sistema, ou falhas em determinados sistemas podem trazer prejuízos maiores do que se ocorressem em outros sistemas;
- Época do ano onde as ocorrências são mais intensas – fatores como sazonalidade afetam o funcionamento de certos sistemas da refinaria, tal fator seria particularmente relevante para o sistema de resfriamento, que pode ser afetado em períodos de seca, pois como salienta Vanelli (2004) quase 70% da água captada em uma refinaria é utilizada para suprir o sistema de resfriamento;
- Fatores associados à saúde, meio-ambiente e segurança – tais fatores são importantes mediante a preocupação das refinarias pertencentes ao sistema Petrobrás com a segurança e a saúde de funcionários e da população, além obviamente da preocupação com o meio ambiente.

O mérito do IGF é responder à questão: *Qual a gravidade das falhas que ocorrem?*

Baseado nos registros históricos disponíveis na organização o equacionamento do IGF fica definido conforme a *equação 5.2*.

$$IGF_i = \frac{1}{10 \times n} \times \sum_{i=1}^n G_i \times SMS_i \times H_i \times S_i \times K_i \quad (\text{eq. 5.2})$$

onde:

n = número de ocorrências da falha i ;

G_i = Parâmetro de gravidade intrínseca da falha i ;

SMS_i = Parâmetro de saúde, meio ambiente e segurança da falha i ;

H_i = Parâmetro horário de ocorrência da falha i ;

S_i = Parâmetro de sazonalidade da falha i ;

K_i = Parâmetro de sistema da falha i .

Em outras palavras uma certa falha i , sendo em si mesma mais ou menos grave (G) pode provocar conseqüências ainda mais agravantes se ocorrer num horário de pico de

consumo (H), ou em uma época do ano onde as ocorrências são mais intensas (S) ou devido aos sistemas dos quais fazem parte (K). Os fatores associados à saúde, meio ambiente e segurança (SMS) podem ainda intensificar a gravidade de uma dada falha.

A definição dos parâmetros de gravidade (G), e fatores associados à saúde, meio-ambiente e segurança (SMS), foram realizados durante a coleta de dados.

Sugere-se para o parâmetro horário a definição apresentada no **quadro 5.1**, para o parâmetro sazonalidade a definição que consta no **quadro 5.2**, e para o parâmetro sistema a definição constante no **quadro 5.3**. Entretanto, estes parâmetros (horário, sazonalidade e sistema) devem ser respaldados pela prática, pois estes parâmetros foram definidos assim somente para ilustrar o potencial da equação.

Horário	H
8:00 – 17:00	3
17:01 – 21:00	2
21:01 – 7:59	1

Quadro 5.1 – Parâmetro horário

Mês	S
Janeiro – Junho	2
Julho - Dezembro	1

Quadro 5.2 – Parâmetro sazonalidade

Sistema	K
Vapor	5
Água	4
Elétrico	3
Ar comprimido	2
Filtração	1

Quadro 5.3 – Parâmetro sistema

5.2.3 – IPF – Indicador de Potencialidade de Falhas

O IPF irá relatar o potencial de uma falha ocorrer e do dano que a mesma pode representar, além de considerar a facilidade ou dificuldade da sua causa ser detectada antes de provocar a falha. Assim, o indicador representa um instrumento preventivo para avaliar a potencialidade de ocorrência, dano e detecção antes da falha ocorrer, a partir de ações em seus fatores causadores.

Esta avaliação de potencialidade de uma falha ocorrer é feita com base no FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) levando em consideração três fatores: ocorrência, gravidade e detecção. O nível de ocorrência designa a possibilidade de uma causa ocorrer. A gravidade designa o grau de dano provocado pela falha ao sistema caso uma causa ocorra em vez de outra. A facilidade de detecção designa a possibilidade da causa ser detectada antes de provocar dano ao sistema, que é o caso quando se tem, por exemplo, sensores que monitoram automaticamente o sistema em questão. O seu mérito se resume em priorizar as falhas de maior potencialidade de ocorrência e, então, assinalar quais as causas mais importantes a elas relacionadas.

O IPF terá uma conotação de política de manutenção de prevenção de falhas incorporando os conceitos de manutenção sistemática e preditiva. O IPF fica definido conforme a **equação 5.3**.

$$IPF_i = IOF_i \times IGF_i \times \left(\sum_{j=1}^n D_j \right)_i \quad (\text{eq. 5.3})$$

onde:

IOF_i = Índice de ocorrência da falha i ;

IGF_i = Índice de gravidade da falha i ;

D_j = D_j : Fator de detecção do equipamento j , definido pelo especialista em uma escala de 1 (fácil detecção) a 9 (difícil detecção).

5.3 – O Projeto do Sistema

Conhecidos os indicadores a serem viabilizados através de um software inicia-se então o processo de desenvolvimento do sistema de informação. O sistema, que recebeu o nome de Sistema de Gerenciamento de Ocorrências (SGO) pretende agilizar as decisões gerenciais corretivas e preventivas relacionadas com as falhas operacionais. O SGO deverá automatizar o uso dos indicadores IOF, IGF e IPF e possibilitar a obtenção de inúmeros relatórios, analíticos e gráficos, para o processo decisório. Seu desenvolvimento deverá ocorrer via linguagem visual, de tal forma a garantir interface amigável com o usuário. A linguagem utilizada para tal tarefa é a linguagem Visual Basic 6, escolhida por causa da familiaridade do pesquisador com a mesma.

Para o processo de desenvolvimento do projeto do SGO será utilizada a UML. Segundo Booch et al. (2000) para o desenvolvimento de projetos de software a UML disponibiliza nove diagramas, entretanto durante o processo efetivo de desenvolvimento do software não é necessário a utilização de todos os nove diagramas. Portanto para esta pesquisa serão somente utilizados os seguintes diagramas:

- Diagrama de caso de uso;
- Diagrama de classes;
- Diagrama de componentes;
- Diagrama de execução.

5.3.1 – Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso do SGO pode ser observado na *figura 5.2*. No diagrama de caso de uso do SGO pode-se observar que os atores que interagem com o SGO é o sistema de registro de ocorrência de anormalidades utilizado na REDUC e o próprio gestor que utiliza o sistema. Os casos de uso que realizam a comunicação de dados são quatro (Alimenta Banco de Dados, Verifica ocorrência de falhas, Verifica potencialidade de falhas e Verifica gravidade de falhas) e representam as principais premissas destes atores sobre o sistema.

5.3.2 – Diagrama de Classes

No caso de SGO existe somente uma classe a ser gerenciada pela aplicação que é a classe ROA.

Os atributos são os valores armazenados no banco de dados e os métodos as funções de cálculo dos indicadores, conforme pode-se observar na *figura 5.3*.

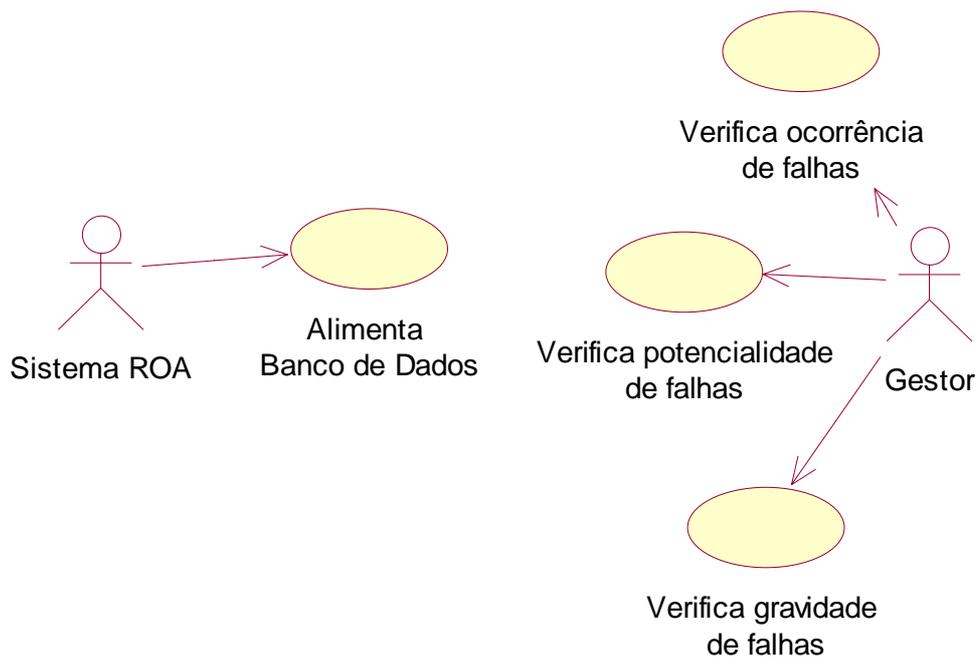


Figura 5.2 – Diagrama de caso de uso do SGO

5.3.3 – Diagrama de Componentes

O diagrama de componentes do SGO pode ser observado na *figura 5.4* e exprime a relação entre a aplicação e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados e o Banco de Dados ROA.

5.3.4 – Diagrama de Execução

O diagrama de execução do SGO pode ser observado na *figura 5.5* e demonstra o relacionamento entre o sistema e o Banco de Dados ROA e a possível utilização de uma impressora para impressão dos relatórios.

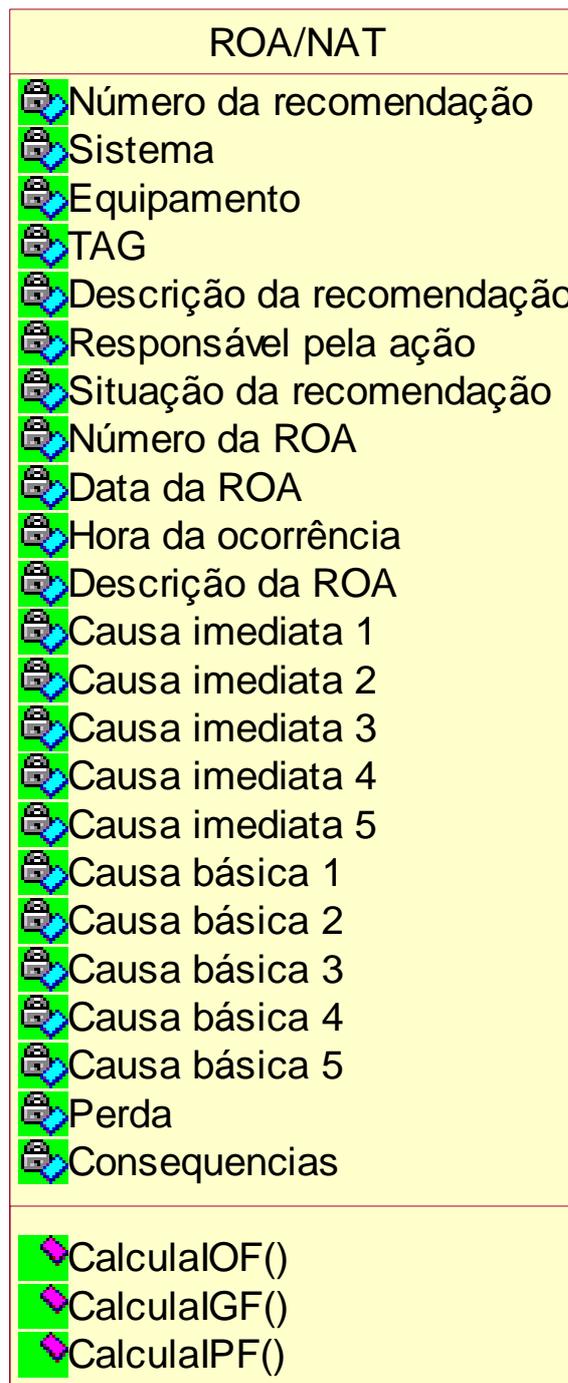


Figura 5.3 – Diagrama de classes do SGO

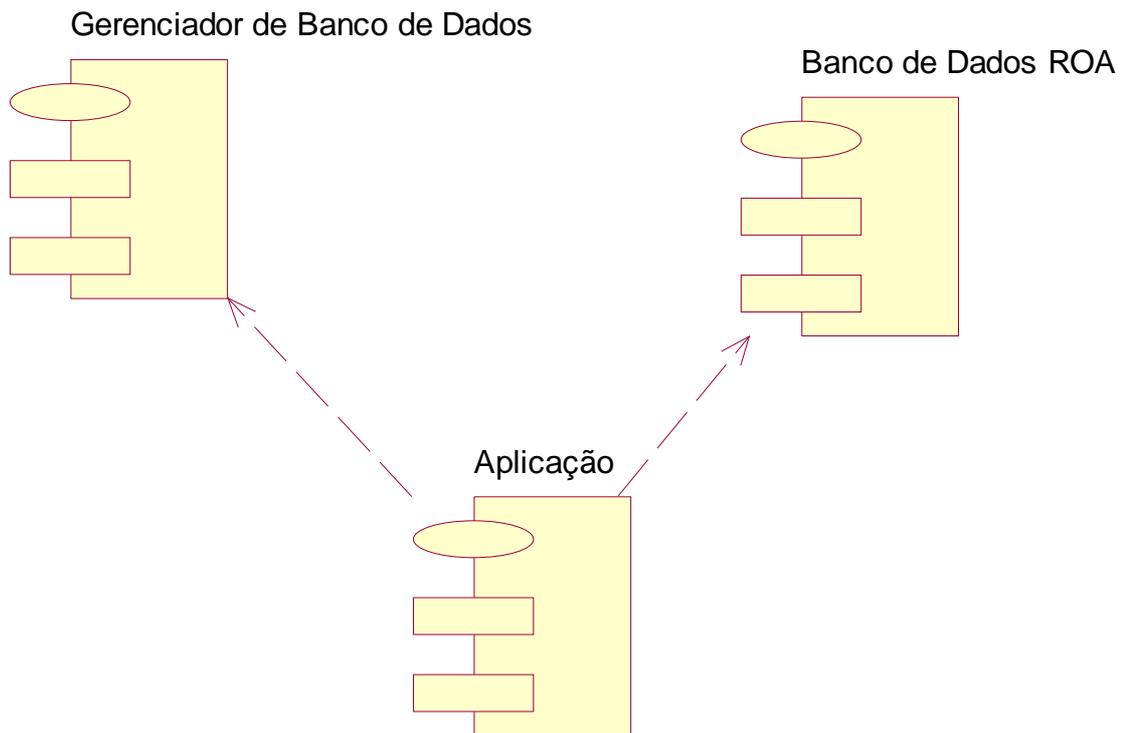


Figura 5.4 – Diagrama de componentes do SGO

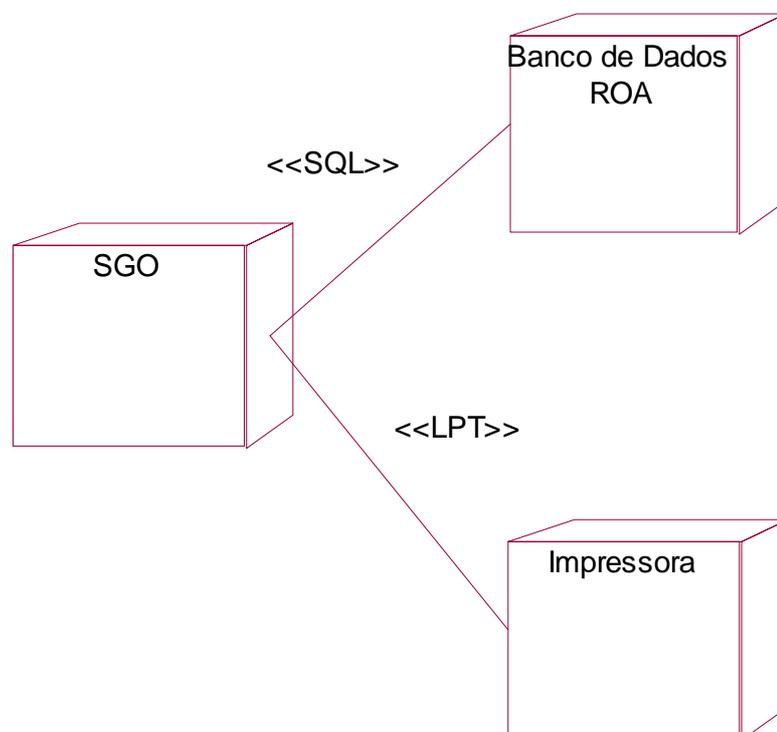


Figura 5.5 – Diagrama de execução do SGO

5.4 – O Sistema

Após a implementação do sistema em linguagem visual, o mesmo é viabilizado através de um executável para instalação na organização, objetivando testes e validação do mesmo. Ao executar o SGO, este apresenta em sua tela inicial a descrição que informa ser este um software acadêmico desenvolvido para a REDUC em parceria com a UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá) conforme pode-se observar na *figura 5.6*. Deve-se ressaltar que este sistema é uma versão acadêmica e portanto trata-se de um modelo.



Figura 5.6 – Tela inicial do SGO

Ao pressionar o botão Entrar, é apresentada a tela principal do sistema, conforme pode-se observar na *figura 5.7*, a qual também informa se tratar de um software acadêmico desenvolvido em parceria com o GEPE de Gerência da Produção da UNIFEI e a data atual.

Nesta tela existem na barra de ferramentas superior três opções disponíveis ao usuário: Dados Brutos da REDUC, Configurações do Sistema e Sair do Sistema. Em “dados brutos da REDUC” o usuário terá a opção de acessar todos os registros históricos mantidos pela organização, de forma a filtrá-los e selecionar os que julgarem mais necessários. As “configurações do sistema” apresenta a possibilidade do usuário estar alterando os pesos definidos aos parâmetros do sistema.

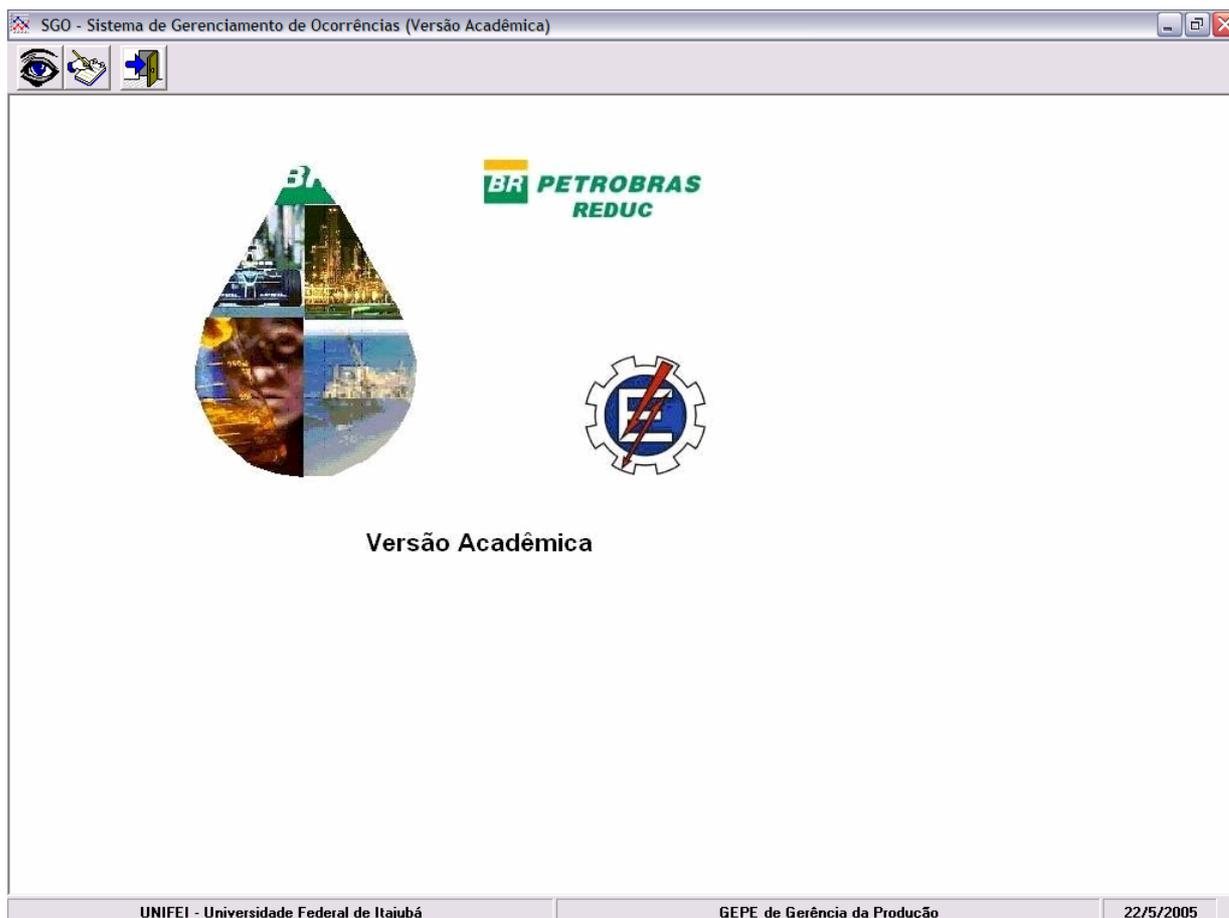


Figura 5.7 – Tela principal do SGO

Ao acionar a opção Dados Brutos da REDUC, acessam-se os dados registrados no banco de dados ROA conforme pode-se observar na *figura 5.8*. Nesta opção os dados existentes em sua forma bruta no banco de dados ROA podem ser analisado de uma forma mais estruturada. Existe nesta tela a opção de filtrar as ocorrências por tipo de Falhas, por Causas, por Sistemas e por Equipamentos, além da possibilidade filtrar os registros por datas. Pode-se também nesta tela ordenar os registros por número da ROA, por Data, por Falha, por Causa, por Sistema ou por Equipamento. Ao clicar com o botão direito do mouse em cima de uma determinada ocorrência tem-se a opção de ver suas origens, recomendação ou conseqüências. Observa-se que nesta tela o usuário tem somente acesso aos dados brutos que

a REDUC possui de forma que o mesmo somente pode estar realizando um trabalho de filtragem e ordenação dos dados, além de obter um acesso ao histórico de cada ocorrência, podendo identificar quais as causas da falha, quais suas conseqüências e quais medidas foram tomadas após a ocorrência destas anormalidades. Pode-se também ter acesso aos indicadores de desempenho do período pré-determinado.

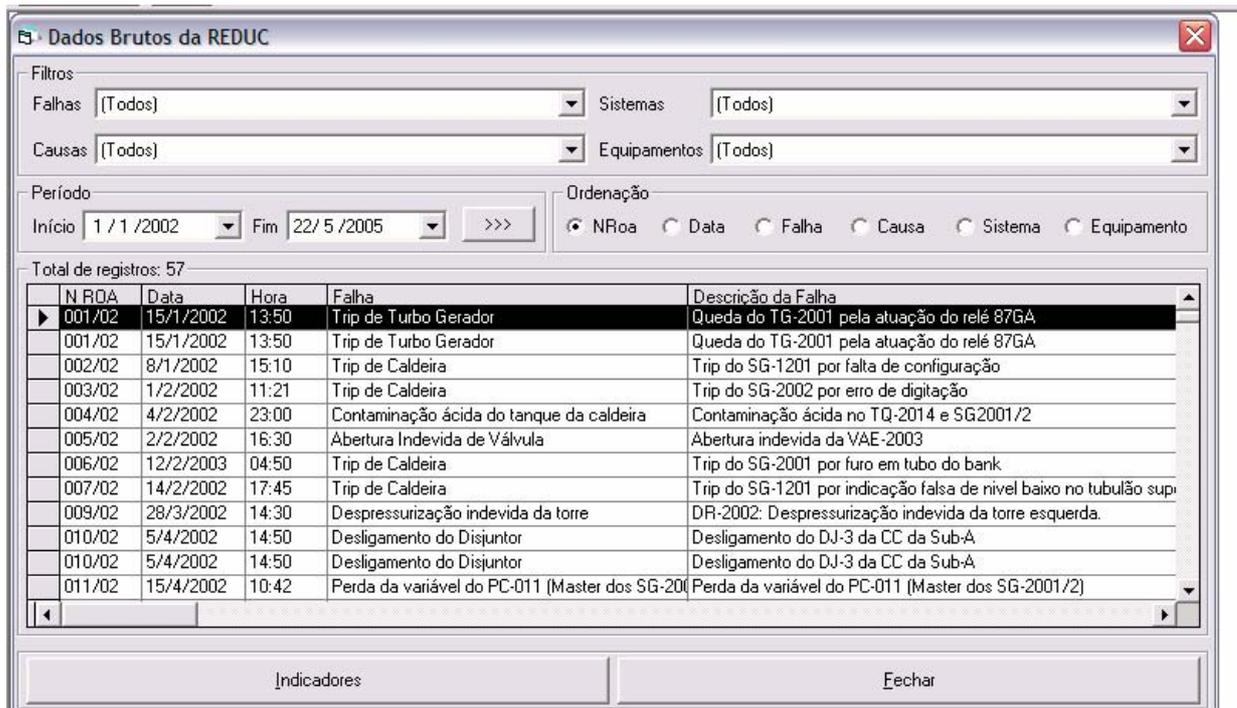


Figura 5.8 – Dados Brutos da REDUC

Ao clicar com o botão direito nos registros de ocorrências tem-se a opção de verificar as origens das mesmas conforme registrado no banco de dados, conforme pode-se observar na *figura 5.9*. Estas origens são as causas que levaram a ocorrência desta falha.

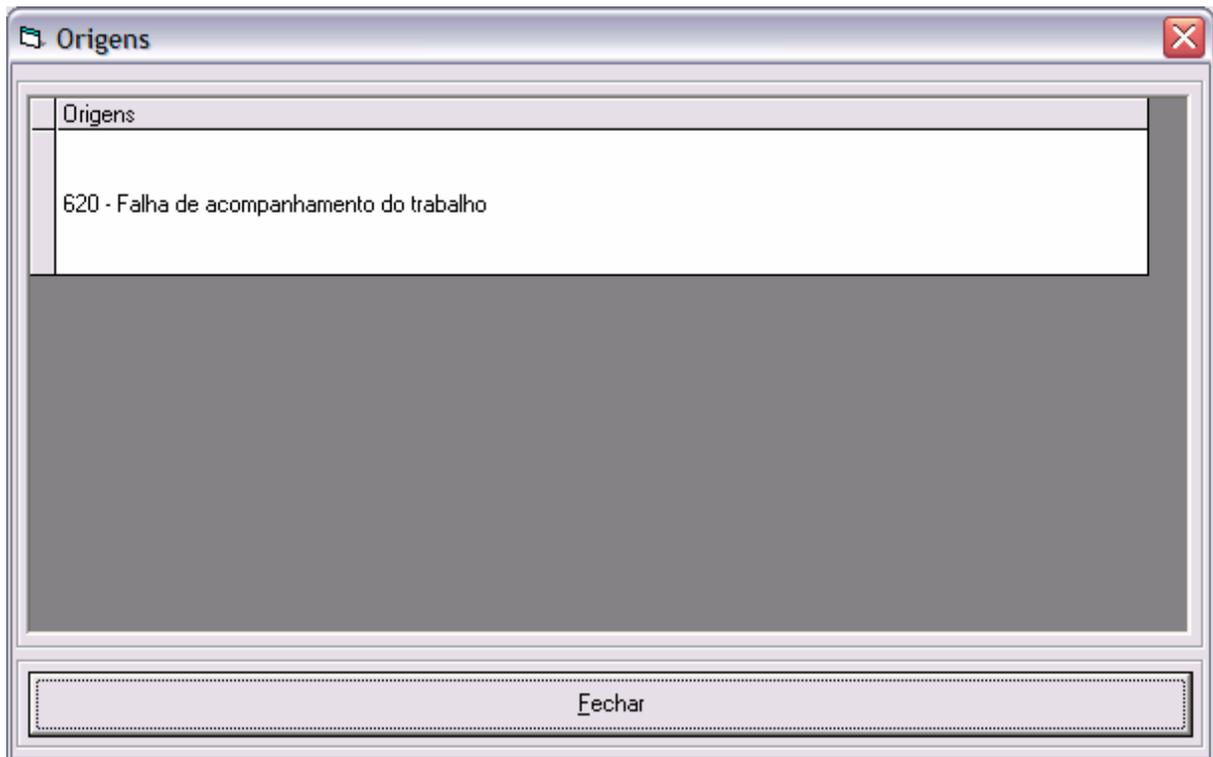


Figura 5.9 – Origens da Ocorrência

Pode-se também verificar as recomendações para cada ocorrência e os responsáveis pelo cumprimento das mesmas conforme pode-se observar na *figura 5.10*, entretanto observa-se que a empresa não possui o costume de registrar se tais recomendações foram cumpridas.

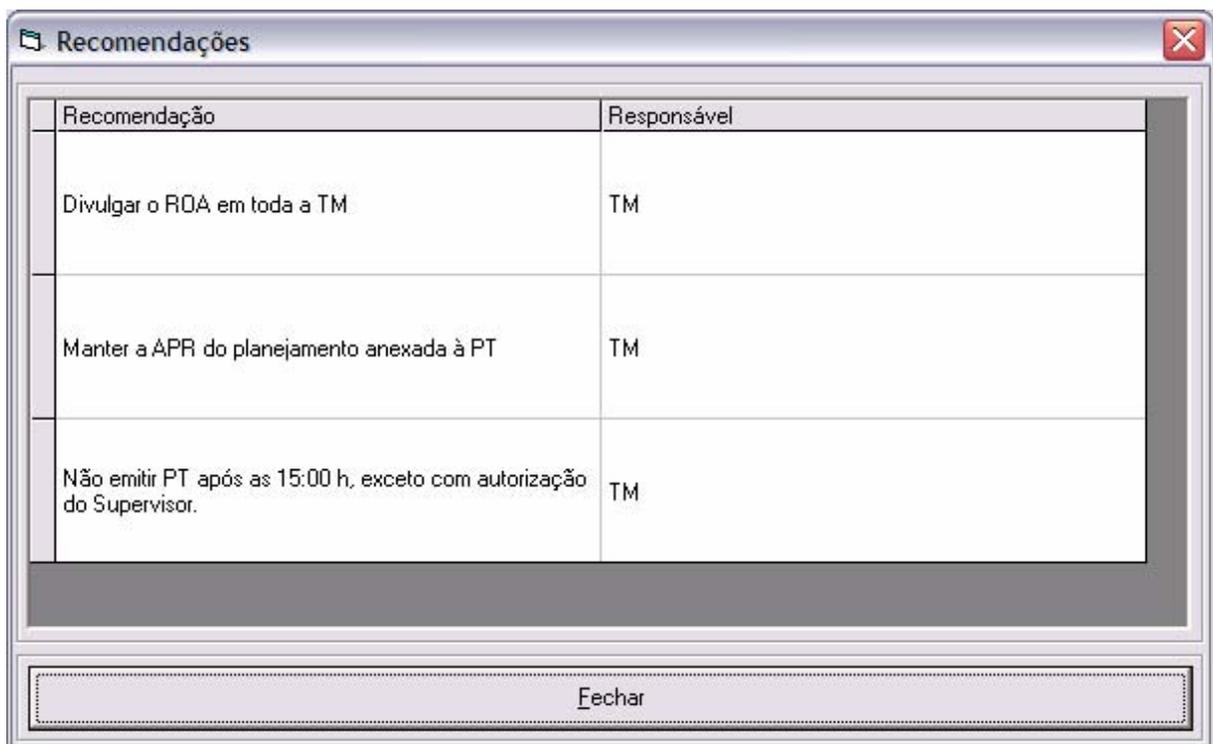


Figura 5.10 – Recomendações da Ocorrência

E finalmente tem-se a opção de verificar as conseqüências da ocorrência conforme pode ser observado na **figura 5.11**, ou seja, quais as atividades, setores ou operações foram afetadas por esta ocorrência.

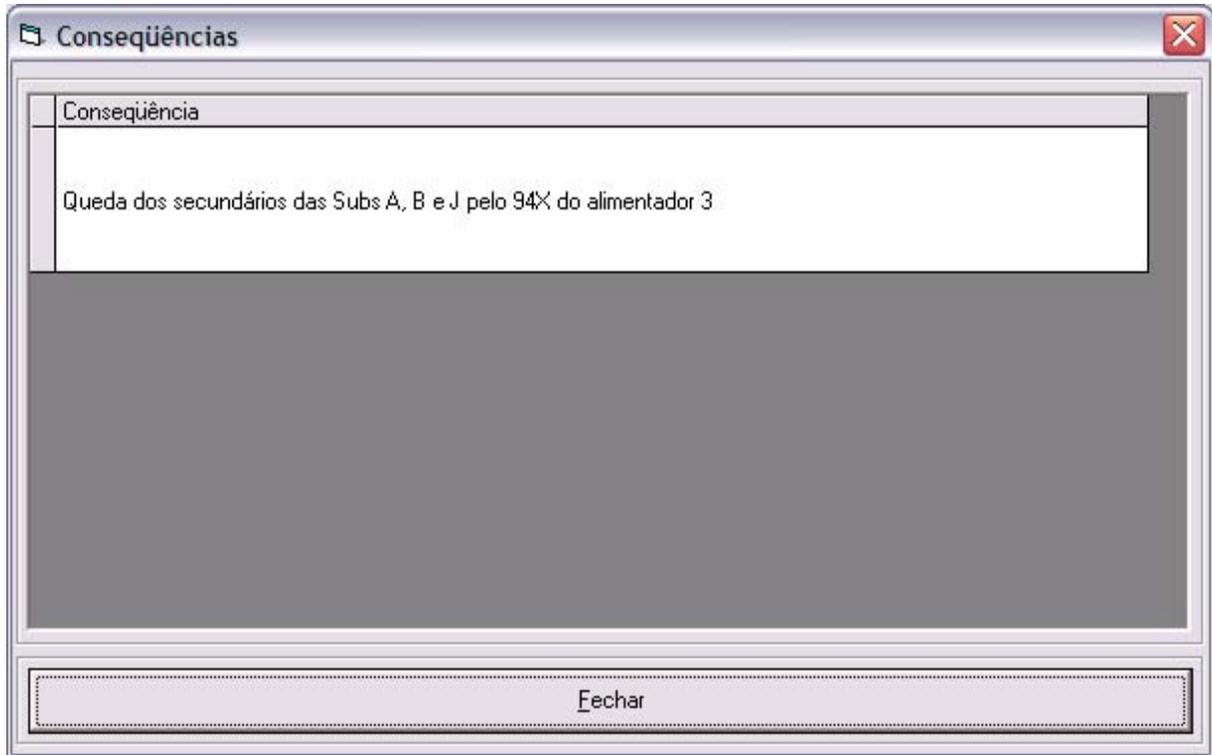


Figura 5.11 – Conseqüências da Ocorrência

Ao clicar no botão indicadores na **figura 5.8** o usuário é apresentado a tela exibida na **figura 5.12**. Pode-se observar que nesta tela o usuário tem nas abas superiores a opção de verificar os cálculos dos indicadores realizados pelo sistema (IOF, IGF e IPF).

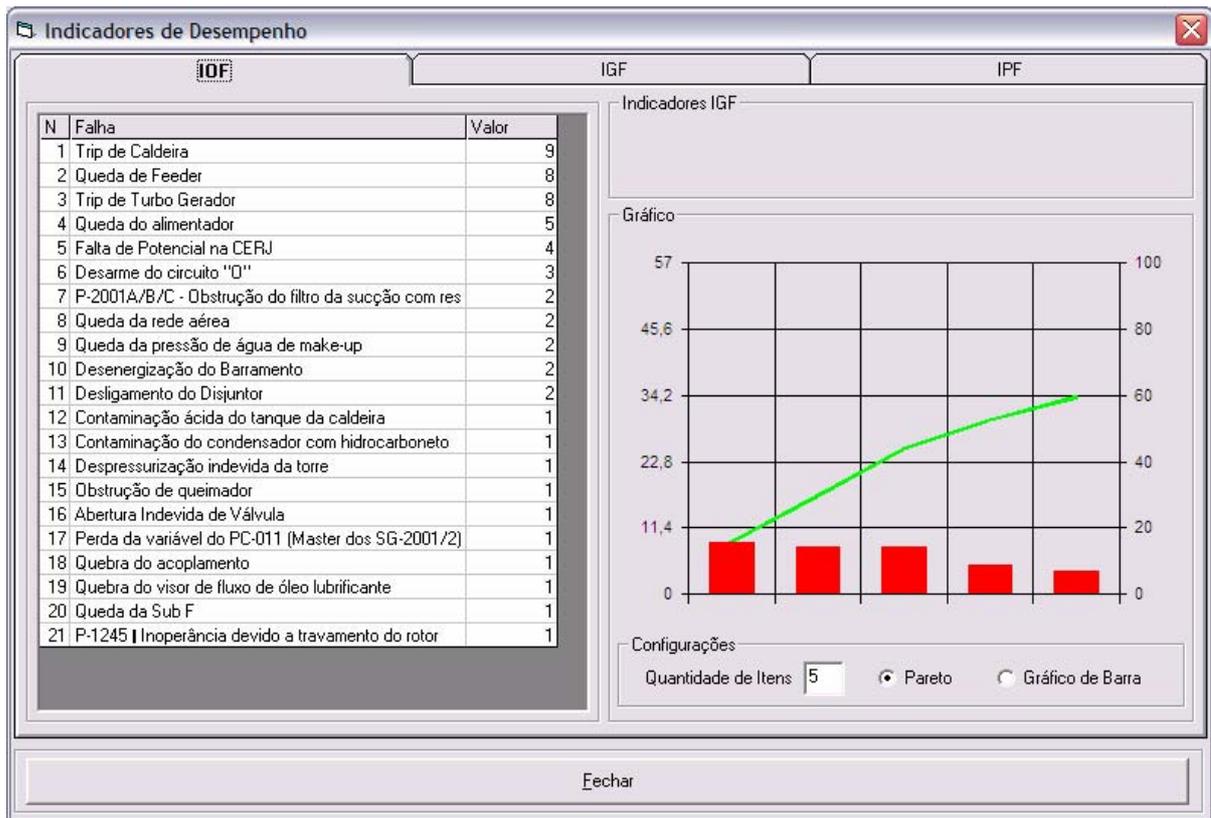


Figura 5.12 – Indicador IOF

Observa-se nas telas exibidas também na **figura 5.13** (tela do IGF) e na **figura 5.14** (tela do IPF) o mesmo padrão, ordenando de forma decrescente na tabela a esquerda as falhas de acordo com o valor do indicador. Observa-se também a esquerda a opção de visualizar os indicadores em forma de gráficos, seja através do gráfico de pareto ou através do gráfico de barra, podendo inclusive selecionar a quantidade de itens a serem exibidos no gráfico. Com a utilização do gráfico de pareto o gestor terá a possibilidade de verificar quais as falhas que tiveram o maior percentual de ocorrências (IOF), em termos percentuais quais as falhas que mais impactaram negativamente no sistema (IGF). E na **figura 5.14** o gestor tem a possibilidade de verificar quais falhas tem maior potencialidade de ocorrer no próximo mês, semestre ou ano, podendo assim o mesmo direcionar recursos para evitar a reincidência destas falhas.

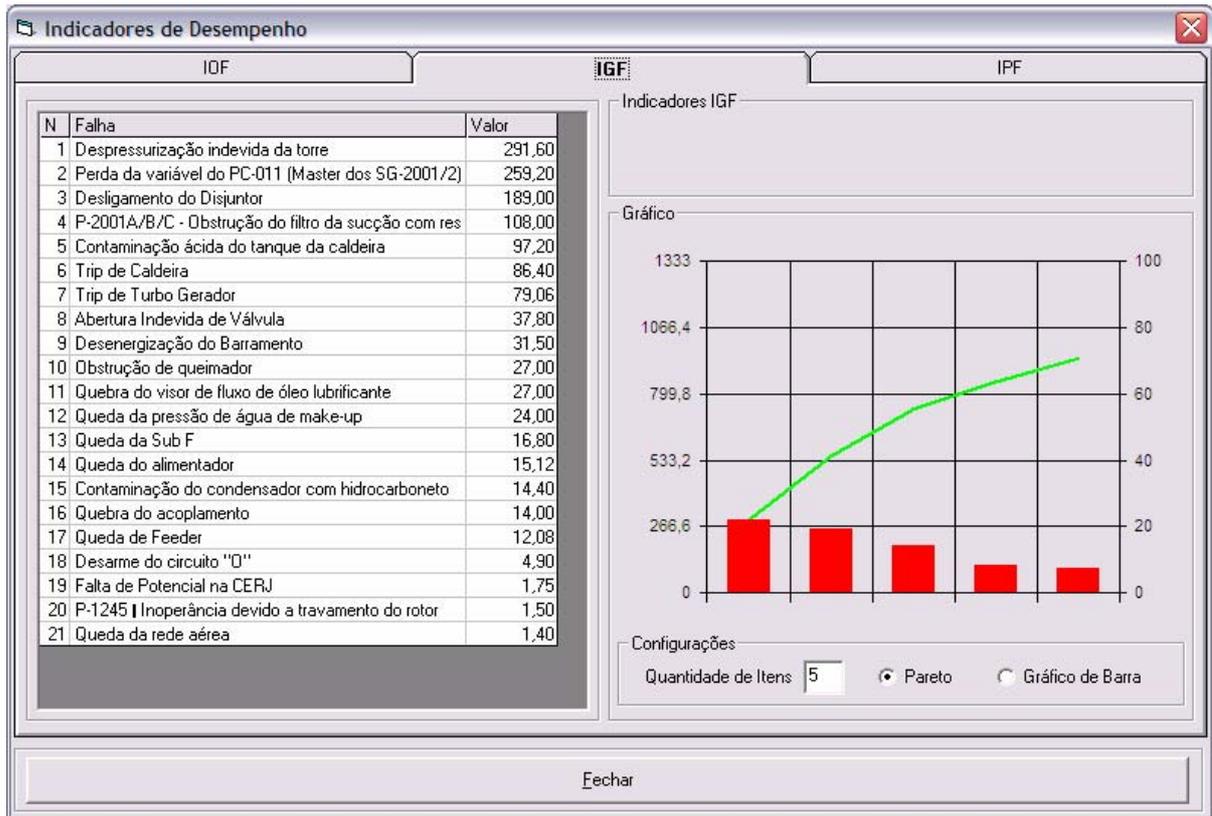


Figura 5.13 – Indicador IGF

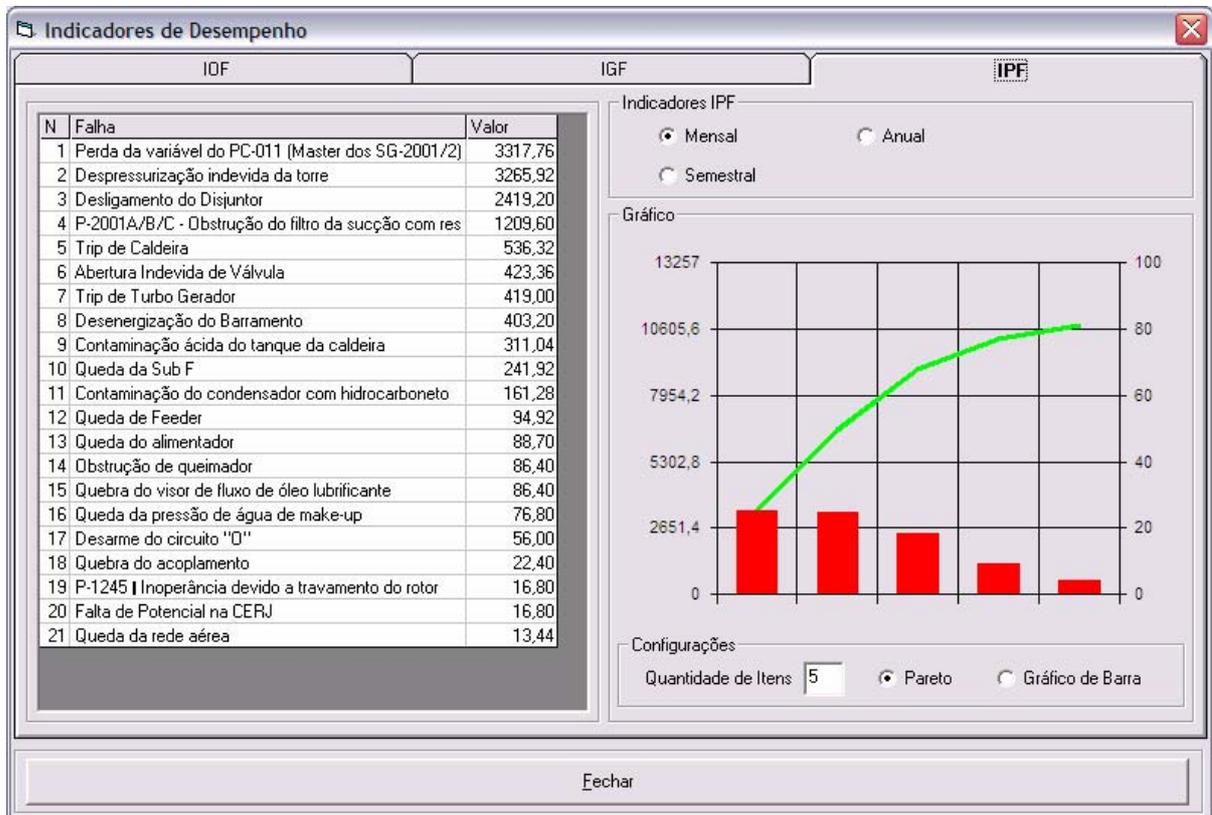
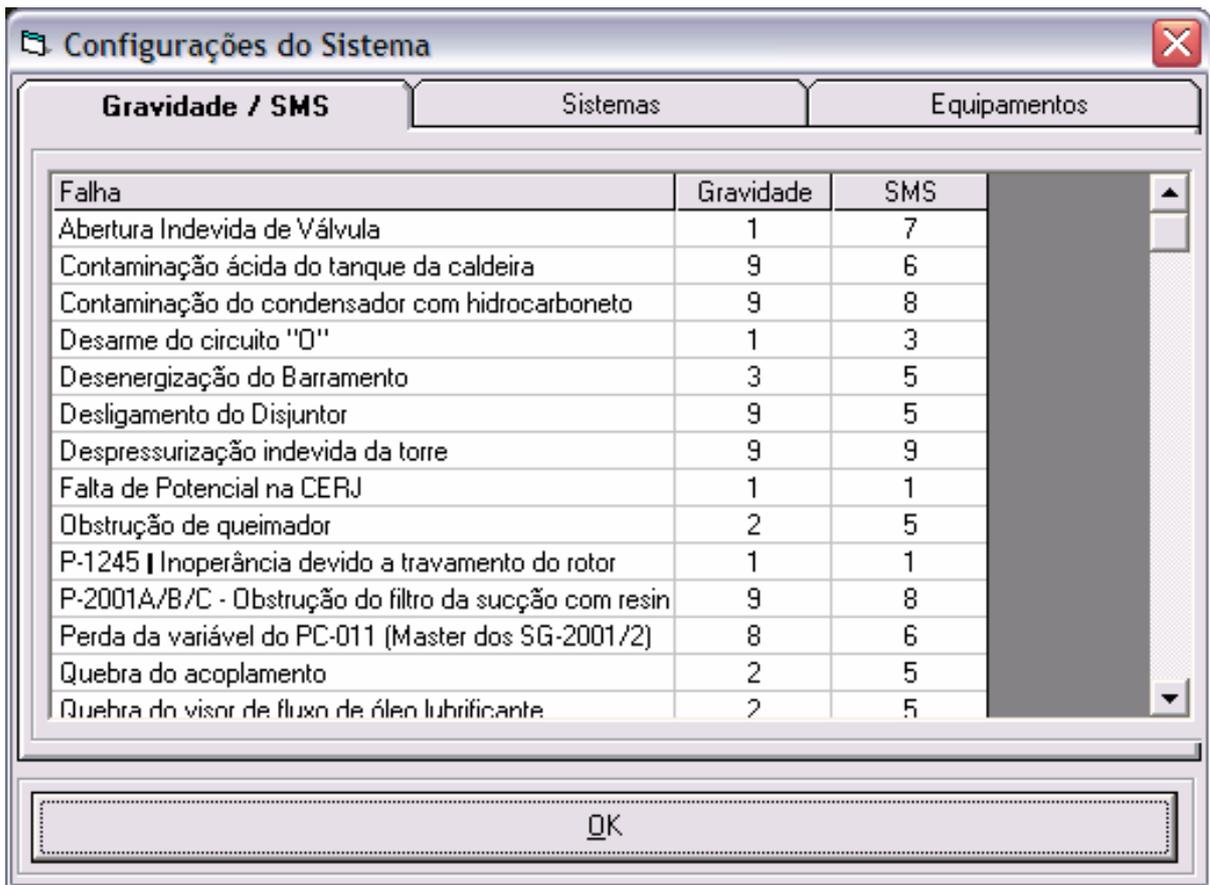


Figura 5.14 – Indicador IPF

Retornando a tela principal, ao clicar no botão de configurações do sistema, a tela exibida na *figura 5.15* aparece. Nesta tela o usuário tem a opção de alterar os pesos referentes a gravidade intrínseca da falha, ou seja, o quanto esta falha por si só é mais grave ou menos grave. Nesta tela o usuário também tem a opção de alterar os pesos referentes ao parâmetro SMS (Saúde, Meio-ambiente e Segurança), ou seja, o quanto uma determinada falha pode colocar em risco a segurança e a saúde dos trabalhadores ou da população, ou o quanto esta falha pode impactar no meio-ambiente.



The screenshot shows a software window titled "Configurações do Sistema" with a close button in the top right corner. The window has three tabs: "Gravidade / SMS" (selected), "Sistemas", and "Equipamentos". Below the tabs is a table with three columns: "Falha", "Gravidade", and "SMS". The table lists various faults and their corresponding weight values. At the bottom of the window is an "OK" button.

Falha	Gravidade	SMS
Abertura Indevida de Válvula	1	7
Contaminação ácida do tanque da caldeira	9	6
Contaminação do condensador com hidrocarboneto	9	8
Desarme do circuito "0"	1	3
Desenergização do Barramento	3	5
Desligamento do Disjuntor	9	5
Despressurização indevida da torre	9	9
Falta de Potencial na CERJ	1	1
Obstrução de queimador	2	5
P-1245 Inoperância devido a travamento do rotor	1	1
P-2001A/B/C - Obstrução do filtro da sucção com resin	9	8
Perda da variável do PC-011 (Master dos SG-2001/2)	8	6
Quebra do acoplamento	2	5
Quebra do visor de fluxo de óleo lubrificante	2	5

Figura 5.15 – Configuração da Gravidade e do fator SMS das falhas

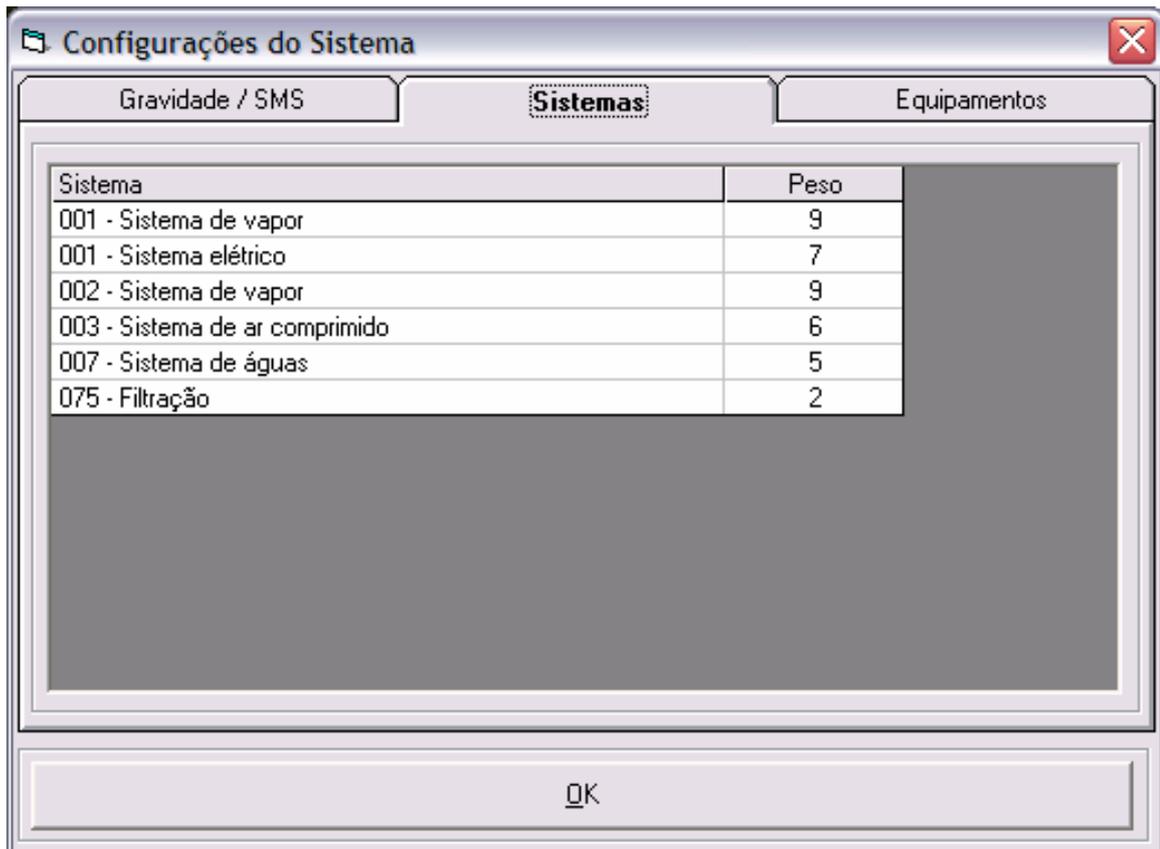


Figura 5.16 – Configuração de pesos dos sistemas

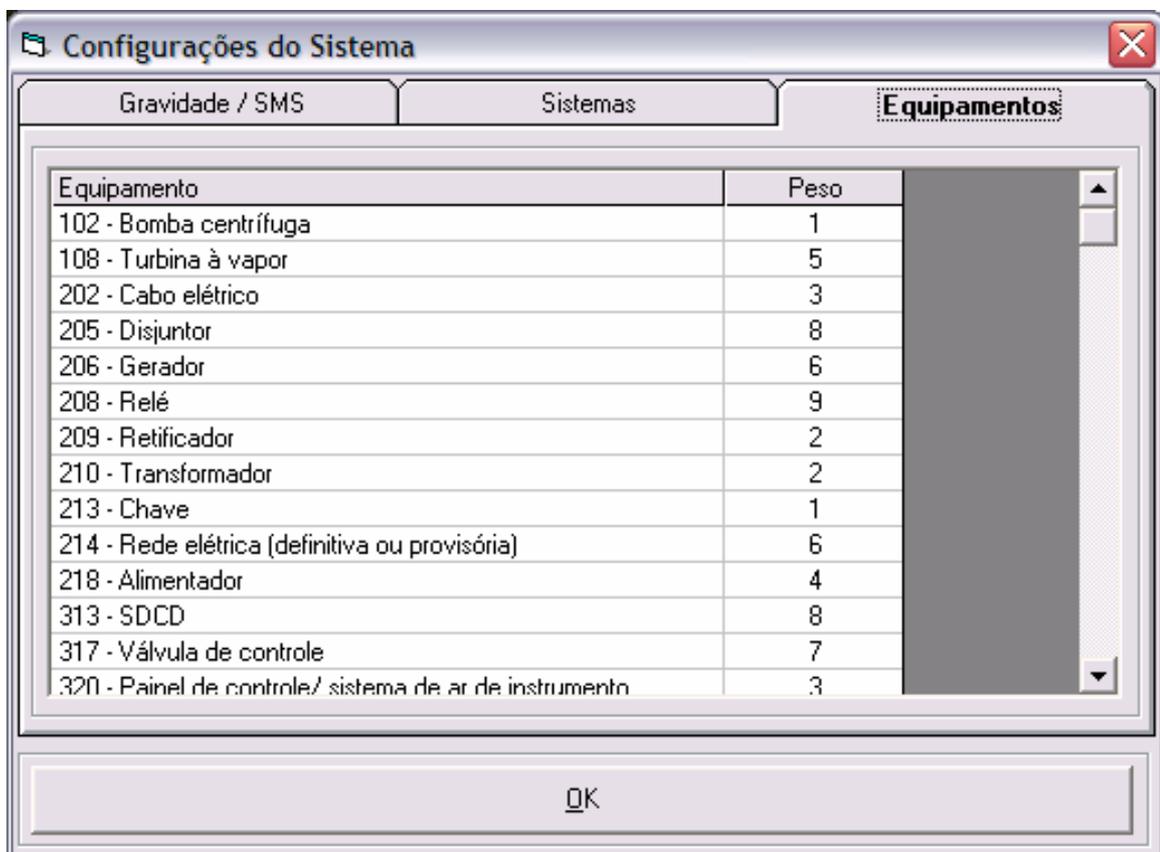


Figura 5.17 – Configuração de pesos dos equipamentos

5.5 – Considerações Adicionais

O desenvolvimento do sistema de medição de desempenho se deu de forma a definir os parâmetros, em sua maioria de acordo com o registro de dados históricos mantido pela organização, e através da utilização de dados coletados durante as entrevistas.

Este sistema é considerado uma solução BI, pois conforme exposto na revisão bibliográfica (capítulo 2) permite à empresa encontrar, em meio à sua massa de dados, informações fundamentais sobre o seu negócio para a tomada de decisão e para a orientação estratégica.

Após o desenvolvimento do sistema de informação e a viabilização do mesmo através de um software, seguindo um processo de documentação do projeto através da utilização de diagramas UML, faz-se necessário a implementação do mesmo e validação através da opinião de usuários e especialistas. Entretanto durante o processo de validação pode ocorrer limitação referente a temporalidade, pois as opiniões podem refletir o pensamento do usuário neste momento.

Vale ressaltar que este modelo foi desenvolvido para uma situação específica e, portanto não se trata de um pacote de software.

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

6.1 – Considerações Iniciais

Apresenta-se inicialmente neste capítulo, o processo de análise do sistema, onde se é elaborada uma lista de possíveis mudanças no sistema e, posteriormente é realizado um debate entre os participantes do sistema, com a premissa de identificar se estas mudanças são ambas sistematicamente desejáveis e culturalmente possíveis.

Seguindo a metodologia SSA, este capítulo corresponde aos estágios 5 e 6 da mesma, onde o analista compara o modelo conceitual com o modelo real e debate com os participantes possíveis mudanças no sistema, conforme pode-se observar na *figura 6.1*. Entretanto a implementação destas mudanças não faz parte do escopo desta pesquisa, portanto são proposições para estudos mais aprofundados da aplicabilidade de tais metodologias e técnicas.

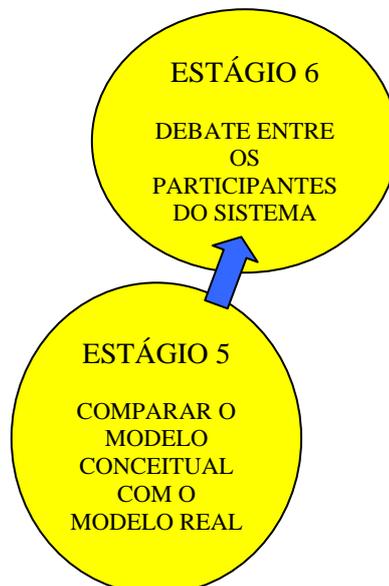


Figura 6.1 – Estágios 5 e 6 da metodologia SSA

Cabe ressaltar que este debate também utilizou uma ferramenta qualitativa, ou seja, o questionário desenvolvido na pesquisa de Oliveira Neto e Riccio (2003) (anexo A). O trabalho destes autores objetivou desenvolver um instrumento para mensurar, empiricamente, a satisfação do usuário de Sistemas de Informações. Nesta pesquisa foram identificados quatro componentes da satisfação do usuário: praticabilidade, disponibilidade, precisão e

adequação da informação. Essa pesquisa sugeriu, também, que a satisfação do usuário, quando decomposta em quatro componentes, pode ser base para uma ferramenta de diagnóstico na implementação de sistema de informação, aumentando suas chances de sucesso.

6.2 – Análise do Questionário

Segundo Cassel e Symon (1994) esta etapa 5 da SSA envolve a comparação entre o modelo conceitual e o sistema atual. Nesta etapa ocorreu um debate entre os participantes e foi utilizada uma ferramenta qualitativa, ou seja, um questionário para auxiliar neste debate.

O objetivo deste instrumento (questionário de 5 pontos na escala tipo Likert) desenvolvido por Oliveira Neto e Riccio (2003) é analisar os aplicativos específicos - software de aplicação específica – utilizados em determinadas atividades e que têm como objetivo lhes dar suporte.

O instrumento é composto por 16 questões, divididas em quatro fatores ou dimensões como se segue:

- **Fator 1 – Praticabilidade** (questões 1, 2, 3, 10, 11 e 12) – É a característica que facilita ou induz à utilização de sistemas. Ao analisar os itens que compõem esta dimensão, pode-se resumir os seus aspectos mais importantes: flexibilidade, fácil entendimento, clareza, disponibilidade, confiabilidade e atualização.
- **Fator 2 - Precisão** (questões 4 e 5) – É a maneira de efetuar os cálculos corretos e sem erros. Esta dimensão contempla a precisão dos cálculos e a satisfação do usuário com relação a essa precisão.
- **Fator 3 - Disponibilidade** (questões 13, 14, 15 e 16) – É como sendo a predisposição a oferecer a informação desejada e atualizada.
- **Fator 4 - Adequação da informação** (questões 6, 7, 8 e 9) – Corresponde à forma e ao conteúdo da informação sob a visão do usuário.

Foram distribuídos questionários aos 3 usuários do sistema. Entretanto algumas questões não foram respondidas pelos respondentes, pois tratam-se de questões referentes a utilização contínua e permanente do sistema, sendo estas as de número 10 a 15. Decidiu-se então desprezar as dimensões relacionadas a estas questões, que seriam os fatores praticabilidade e disponibilidade.

Ao realizar a média destes dados obteve-se para as questões 1, 2, 7, 8, 9 e 16 um valor de 100%, enquanto para as questões 3, 4 e 6 obteve-se um valor de 92%, e para a questão 5 obteve-se 86% de média.

Com relação a dimensão “precisão” a média ficou em 89%, ou seja para os respondentes do questionário a satisfação com a precisão que o software realiza os cálculos pode ser considerada muito boa.

Com relação a dimensão “adequação da informação” a média ficou em 98%, ou seja para os respondentes do questionário a satisfação com a forma e ao conteúdo da informação fornecida pelo software indica que esta encontra-se próxima de ótima.

6.3 – Propostas de mudanças

Durante o desenvolvimento do presente trabalho pode-se perceber algumas oportunidades de melhoria no trabalho desenvolvido e até mesmo oportunidades de melhoria nos procedimentos adotados pela organização, elencados pelos participantes, como descreve o estágio 6 da SSA. Entretanto como o objetivo deste trabalho era somente o desenvolvimento e viabilização via software do sistema de informação para gerenciamento de falhas da organização, a implementação destas propostas, referentes ao estágio 7 da SSA, ficam como sugestões para trabalhos a serem desenvolvidos pela própria organização ou como propostas para trabalhos futuros.

6.3.1 – Registro de duração da anormalidade

Durante o desenvolvimento dos indicadores de desempenho percebe-se a inexistência dos registros com relação à duração das falhas. A utilização de tal registro poderia contribuir significativamente, em termos de confiabilidade no desenvolvimento do *Indicador de Ocorrência de Falhas* (IOF), o que viria a refletir de maneira significativa no resultado do *Indicador de Potencialidade de Falhas* (IPF).

Apesar de ser premissa desta pesquisa a utilização de dados históricos mantidos pela empresa, observa-se em tal proposta uma oportunidade de melhoria do sistema da própria empresa.

6.3.2 – Padronização de falhas

Torna-se clara também a necessidade da descrição e codificação das falhas a partir de grupos de afinidade, ou seja, o desenvolvimento de indicadores específicos para determinados tipos de falhas como falhas relacionadas a sistema de vapor, sistema elétrico, conservação de energia, ar comprimido, água e filtração.

Nota-se a necessidade desta descrição devido as especificidades de cada um destes sistemas, pois existem parâmetros que se diferem uns dos outros em cada uma destas situações.

Ao considerar um determinado grupo como uma falha (por exemplo falha no sistema de vapor), e não como um conjunto, haveria a ocorrência de uma ramificação muito extensa para as causas primárias. Portanto, nos grupo (ou conjuntos), existem várias falhas cuja afinidade consiste no fato de provocarem (efeito percebido) um determinado tipo de falha.

6.3.3 – Mapeamento das falhas

Apresenta-se como oportunidade de melhoria do sistema também a confecção das árvores de causa e efeito (*failure trees*). Segundo Almeida et al (2004) a falha mapeada representa um acervo de informações necessário à excelência da atuação operacional.

A consolidação do mapeamento das falhas poderá ser obtida através dos *mapas de modos de falhas*, cuja base teórica compreende uma relação de causa e efeito de todas as possibilidades de ocorrência de uma dada falha em questão. Os “pés da árvore de falhas” deverão representar suas causas básicas, associadas às origens que provocam, inicialmente, os efeitos finais indesejados. Cada um dos elos, sejam vistos à montante ou à jusante, como causas ou conseqüências, devem ser descritos através de informações. Tais informações se constituirão em um banco de dados onde, posteriormente, será relevante para a determinação de indicadores de desempenho quali-quantitativos.

Este mapeamento deve conter a descrição da relação de causa e efeitos do vários fatores causadores de uma falha, ou seja, fatores humanos, técnicos, procedimentais, ambientais e econômicos.

Este mapeamento pode ser confeccionado através de um software com esta finalidade. Este software também contará com a possibilidade de agregação de registros, fotos e normas

relativos à falha em análise no software de mapeamento, visando a criação de uma documentação técnica.

6.4 – Considerações adicionais

Durante esta etapa de análise e implementação do sistema de informação pode-se perceber oportunidades de melhoria no trabalho desenvolvido e até mesmo oportunidades de melhoria nos procedimentos adotados pela organização. Entretanto a implementação destas mudanças, referentes aos estágio 7 da metodologia SSA, não faz parte do escopo desta pesquisa, portanto são proposições para estudos mais aprofundados da aplicabilidade de tais metodologias e técnicas.

Quanto a análise do questionário, pode-se considerar seus resultados limitados, devido a pouca quantidade de respondentes, ou seja, a pouca quantidade de usuários do software, e também devido as questões não respondidas pelos usuários.

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES

7.1 – Considerações Iniciais

Na apresentação deste capítulo, são apresentadas as conclusões sobre as metodologias aplicadas na pesquisa e as conclusões finais da mesma. Na seqüência, se fazem as recomendações para trabalhos futuros.

Apresentam-se inicialmente as conclusões metodológicas, onde se têm conclusões sobre as metodologias empregadas durante a pesquisa, ou seja, a Metodologia SSA e o questionário desenvolvido por Oliveira Neto e Riccio (2003).

Por fim, se têm as conclusões finais da pesquisa, relativas à aplicabilidade do sistema de informações na REDUC e as proposições para trabalhos futuros.

7.2 – Conclusões metodológicas

Na pesquisa-ação torna-se importante a conceitualização da metodologia de pesquisa (no caso a metodologia SSA). No processo de desenvolvimento de sistemas de informação, o qual pode tomar a forma da pesquisa-ação, a conceitualização da metodologia de pesquisa pode auxiliar no processo de desenvolvimento. Sem uma conceituação clara, a pesquisa pode apresentar problemas antes mesmo de seu início.

O desenvolvimento de sistemas de informação possui como idéia central a solução de problemas. Segundo Rose (2002) o princípio da SSA é a transformação, sendo que esta é uma excelente maneira de alterar os aspectos no desenvolvimento de sistemas de informação.

Pode-se verificar que o emprego da metodologia SSA serve também como apoio para o processo de desenvolvimento de sistemas de informação, haja vista que a sistematização da metodologia propiciou o confronto de idéias e problemas, servindo como alicerce para o desenvolvimento do sistema de informação.

Entretanto, a implementação do sistema de informação abrange uma série de fatores que necessitam ser considerados e analisados, envolvendo as necessidades de mudanças em procedimentos, métodos e cultura da empresa. Neste caso, o emprego da metodologia SSA na estrutura do trabalho, propiciou não só ao pesquisador, mas a todos os envolvidos na pesquisa, uma ampla visão de como os processos da REDUC funcionam e como estes podem ser

melhorados, não somente para a implementação do sistema, mas também na melhoria do funcionamento geral da empresa.

Em relação as oportunidades de melhoria pode-se constatar a questão do registro da duração das anormalidades, procedimento este não adotado pela empresa.

Já o questionário, desenvolvido na pesquisa de Oliveira Neto e Riccio (2003), serviu para complementar a pesquisa, isto em função da necessidade de compor um panorama relativo a situação do sistema de informação implementado. Através do mesmo, percebeu-se que o sistema pode ser considerado preciso em seus cálculos e capaz de fornecer informações de forma adequada aos usuários do mesmo. Entretanto pode-se considerar uma limitação deste questionário o pequeno universo de usuários do sistema e a baixa taxa de respostas as questões pelos usuários.

O estudo apresenta limitação óbvia de singularidade, por se restringir a uma única unidade produtiva, não podendo generalizar os resultados obtidos. A não-generalização soma-se a outra característica típica deste tipo de pesquisa: os resultados são baseados nas experiências e conhecimento técnico dos especialistas, seja no momento do registro das falhas na base de dados da organização ou mesmo durante as entrevistas, sendo estas sujeitas a componentes de ordem psicológica ou idiossincrática.

Há também limitação consciente do estudo, pois conforme observa Bryman (1989), foi utilizado o método da pesquisa qualitativa com questão subjetiva, o que pode gerar problemas de interpretação por parte do pesquisador quanto às respostas obtidas dos entrevistados.

7.3 – Conclusões sobre o sistema de gestão de desempenho operacional

Pode-se concluir que o SGO é um instrumento gerencial para análise de falhas e gerenciamento das ações de solução, analisando falhas de acordo com indicadores operacionais quali-quantitativos e apontando soluções para as mesmas. O SGO é, portanto, um instrumento de apoio à decisão único, desenvolvido especificamente para a realidade operacional de um dado sistema, não podendo ser considerado um pacote de software.

O SGO se caracteriza como uma solução BI, pois conforme exposto na revisão bibliográfica (capítulo 2) permite à empresa encontrar, em meio à sua massa de dados, informações fundamentais sobre o seu negócio para a tomada de decisão e para a orientação estratégica.

As políticas de manutenção em uma empresa de produção de bens e serviços são circunstanciadas por variáveis relacionadas com custos, segurança dos equipamentos, instalações, produto e pessoas que operam e intervêm nos mesmos. A durabilidade dos ativos assim como as suas disponibilidades são também variáveis que impactam na administração das políticas e recursos da manutenção.

Por outro lado, o pressuposto do processo gerencial é a avaliação da situação real através de um monitoramento sistemático e contínuo que permita a interferência gerencial consubstanciada por ações corretivas e preventivas. O monitoramento da situação real foi efetivado por meio de um sistema de indicadores viabilizados através de um software desenvolvido em linguagem visual permitindo a interferência gerencial através de projetos de melhorias, decorrentes de um programa de melhorias contínuas estruturado a ser desenvolvido pela gerência.

Com o SGO a gestão de operações e de manutenção da REDUC focará seus esforços nas ocorrências mais relevantes (maior ocorrência, maior gravidade e maior potencial futuro de danos), além de criar um ambiente favorável à minimização e até eliminação de falhas potenciais.

A importância do presente trabalho se prende ao fato de que simplesmente estabelecer indicadores de desempenho não é suficiente para que os recursos do setor de manutenção de uma empresa sejam adequadamente gerenciados. Foi necessário considerá-los sob três aspectos que se interligam. O primeiro considerou a definição de indicadores que garantem um monitoramento correto da integração e flexibilidade da organização. O segundo aspecto levou em conta um sistema de indicadores inter-relacionáveis e de cunho sistêmico e não simplesmente uma coleção de medidas, potencialmente contraproducentes. Finalmente, o terceiro aspecto considerou um processo de gerenciamento de desempenho. Em outras palavras: acompanhamento sistemático e permanente dos procedimentos organizacionais e reavaliação constante dos dados fornecidos pelo sistema de medição para convertê-los em ações inteligentes na organização.

O modelo, tal como apresentado nesta dissertação, embora não atenda as demandas operacionais de gestão do setor de energia da REDUC, ainda assim, apresenta conceitos interessantes que viabilizam uma proposta ampla capaz de atender mais efetivamente as demandas práticas de gestão de falhas do setor de energia da REDUC.

Pode-se concluir que o SGO é aplicável e necessário a REDUC, mas que este pode ser aprimorado, pois segundo os especialistas apesar do mesmo ser superior ao sistema ROA adotado pela organização, este ainda não reflete a realidade em sua totalidade. O mesmo pode ser aprimorado através de uma diversidade de aplicação de outros métodos, conforme descritos durante o debate entre os participantes do sistema.

7.4 – Recomendações para trabalhos futuros

Se propõe como sugestões para trabalhos futuros:

- A aplicação de métodos estocásticos, e não determinísticos, como a Análise de Weibull no desenvolvimento do sistema de indicadores de desempenho;
- A confecção das árvores de causa e efeito das falhas (*failure trees*), para detalhar todas as causas e subcausas de cada falha específica. Desta forma obtém-se a gênese do processo de formação da falha, o que permitirá a intervenção gerencial;
- O desenvolvimento um software de mapeamento de falhas com a descrição da relação de causa e efeitos do vários fatores causadores (humanos, técnicos, procedimentais, ambientais e econômicos);
- Considerar a adoção de métodos decisórios, como o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), para priorização de problemas, causas e informações. O método AHP foi criado por Saaty (1977) e pode ser usado na quantificação das características qualitativas, permitindo avaliar objetivamente aspectos qualitativos de ponderação executadas pelos analistas;
- Reaplicar o emprego das metodologias utilizadas para apoio a tomada de decisão em empresas de outros segmentos.

APÊNDICE A – Artigo XI SIMPEP

Uma proposta para um modelo de sistema de informação para análise de falhas no setor de utilidades de uma refinaria de petróleo

Eduardo Gomes Carvalho (UNIFEI) carvalho0@uol.com.br
 Dagoberto Alves de Almeida (UNIFEI) dagoberto@unifei.edu.br
 Alexandre Ferreira de Pinho (UNIFEI) pinho@unifei.edu.br
 Fabiano Leal (UNIFEI) fleal@unifei.edu.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar um modelo de sistema de informação que vise analisar falhas ocorridas em um setor de utilidades de uma refinaria de petróleo. As falhas reduzem a produtividade do sistema, gasta-se mais e obtém-se menos dos recursos humanos e técnicos que a empresa dispõe. Administrar adequadamente tais recursos significa aumentar a vantagem competitiva da empresa num ambiente cada vez mais concorrencial. Apenas o acréscimo da informação num processo pode, por vezes, levar a melhorias radicais de desempenho. Ela pode ser usada para medir e acompanhar o desempenho de processos. O uso da informação no acompanhamento de processos é ainda mais importante quando a tecnologia da informação é utilizada.

Palavras chave: Informação, Falhas, Desempenho.

1. Introdução

Associado as principais transformações econômicas e políticas que ocorrem no mundo, o petróleo é gerador de conflitos econômicos, políticos e até mesmo bélicos que ocorrem no mundo. Durante o século vinte a indústria de petróleo ganhou atenção especial. Esta deixou de ser dominada por pequenas empresas de relativa importância para receber o título de “grande indústria”.

Segundo Weston *et al.* (1999) devem ser consideradas seis forças gerais que influenciam a indústria mundial de petróleo:

1. Mudanças tecnológicas;
2. Globalização e mercado livre;
3. Privatização e desregulamentação;
4. Instabilidade industrial;
5. Pressões para economias de escala, alcance e complementaridades;
6. Mercado de preços próspero, tarifas de interesses baixos, crescimento econômico poderoso.

Baseado na 1ª força geral citada por Weston pretende-se utilizar ferramentas tecnológicas para auxiliar a implementação de um sistema de informação para análise de falhas. As falhas reduzem a produtividade do sistema, gasta-se mais e obtém-se menos dos recursos humanos e técnicos que a empresa dispõe. Administrar adequadamente tais recursos significa aumentar a vantagem competitiva da empresa num ambiente cada vez mais concorrencial.

O modelo de sistema de informação proposto deve ser eficaz no gerenciamento de falhas de uma indústria de petróleo buscando aumentar a competitividade das empresas que o adotarem. O Sistema de Informação deverá atender as especificidades do setor de utilidades de uma refinaria petrolífera, seus processos e equipamentos. Deverão ser levantadas suas falhas

operacionais e as causas correspondentes. Os problemas serão classificados em categorias, por exemplo, com gênese devido a aspectos humanos e/ou equipamentos e/ou procedimentos e/ou ambientais e/ou materiais. Feito isso, serão propostos indicadores sistêmicos para avaliação de ocorrência e gravidade de falhas, além de questões relativas a facilidade de detecção das mesmas. A padronização de falhas, com suas respectivas árvores de causa/efeito, deverão alimentar os indicadores sistêmicos para que esses possam assessorar a organização no direcionamento de seus esforços de melhorias.

2. O Setor de Petróleo

O início e a sustentação do processo de busca com crescente afirmação do produto na sociedade moderna datam de 1859, quando foi iniciada a exploração comercial nos Estados Unidos, logo após a célebre descoberta do Cel. Drake, em Tittusville, Pensilvânia, com um poço de apenas 21 metros de profundidade perfurado com um sistema de percussão movido a vapor, que produziu dois m³/dia de óleo. Descobriu-se que a destilação do petróleo resultava em produtos que substituíam, com grande margem de lucro, o querosene obtido a partir do carvão e o óleo de baleia, que eram largamente utilizados para iluminação. Estes fatos marcaram o início da era do petróleo (THOMAS, 2001).

Segundo Baddour (1997) podem ser citadas como principais características do funcionamento da indústria do petróleo:

1. É uma atividade cuja relação com a exploração de recursos naturais é freqüentemente considerada como sendo fisicamente não reprodutiva, pelo menos por meios humanos. Esta especificidade implica na tomada da consideração de “custo de uso” o qual explica porque produtores freqüentemente conduzem a inclusão da escassez nos preços, quer dizer, fatores de produção suplementar são expressos como custos apoiados pela produção/coletivização como um resultado do esgotamento do recurso em questão.
2. Esta é uma indústria global e de multiprodutos. Global por causa da importância do petróleo no consumo de energia no mundo, e também como consequência das distâncias entre a produção principal e zonas de consumo. Multiprodutos porque o refinamento de um barril de petróleo cru resulta em inúmeros produtos, certamente os quais têm substitutos (como a gasolina) e outros não (petróleo).
3. Esta é uma indústria composta de várias atividades (exploração, produção, transporte, refinamento e distribuição, sendo muitas destas realizadas em setores de utilidades de uma refinaria de petróleo), cada qual podendo ser localizada em diferentes lugares e sobre o controle de diferentes personagens.
4. Esta é intensivamente de capital alto. Desse modo, a entrada para estes setores é restrita a grupos financeiros importantes capazes de assumir uma saída considerável de capital. Esta restrição indica a existência de barreiras de entrada e tendência histórica em direção a concentração industrial.
5. Devido a natureza casual de sua exploração, é uma indústria de alto risco.
6. É uma indústria com disparidades marcadas, na sensação que o petróleo cru, além de não ser um produto homogêneo, tem um custo de produção que pode variar em espaço e tempo.
7. Esta é uma indústria onde a questão de distribuição traz três protagonistas: países exportadores de petróleo, países importadores de petróleo e empresas multinacionais.

3. Falhas

Segundo Fitzsimmons & Fitzsimmons (2000), a avaliação da falha consiste na avaliação da distância entre o serviço esperado e o percebido pelo cliente.

De acordo com Rausand & Oien (1996), a falha representa um conceito fundamental para a análise de confiabilidade, sendo definida como o término da habilidade de um item para o

desempenho de uma requerida função. Segundo Helman & Andery (1995), confiabilidade é a probabilidade de um determinado sistema (máquina, componente, aparelho, circuito, etc.) desempenhar sem falhas uma função durante um período determinado.

Ainda segundo Helman & Andery (1995), aumentar a confiabilidade implica necessariamente na previsão de falhas e adoção de medidas preventivas, desde a etapa de elaboração do projeto do produto e/ou processo até sua execução.

A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência.

Neste aspecto, a facilidade de apresentar uma perfeita inter-relação funcional entre uma falha e suas possíveis causas permite a elaboração de uma árvore associada a cada uma das falhas principais (segundo critério adotado) que podem ocorrer (HELMAN & ANDERY, 1995). Esta representação recebe o nome de árvore de falhas (*fault tree analysis* – FTA).

As árvores de falhas finalizam-se com as possíveis causas de cada problema, e se complementam com um plano de ação para sua solução.

	FTA
Objetivo	Identificação das causas das falhas; elaboração de uma relação lógica entre a falha e causas.
Procedimento	Identificação da falha que é detectada pelo usuário; relação desta falha com causas através de símbolos lógicos.
Característica básica	Análise individual de uma falha específica.

Fonte: Adaptado de HELMAN & ANDERY (1995).

Quadro 1. Método para Gestão de Desempenho.

4. Indicadores de Desempenho

Medida de desempenho é um tópico que é discutido freqüentemente mas raramente definido. Literalmente é o processo de quantificar ação onde a medida é o processo de quantificação e a ação conduz ao desempenho.

Segundo Neely *et al.* (1995) medição de desempenho pode ser definida como o processo de quantificar a eficiência e a efetividade da ação. Desempenho pode ser definido como a habilidade de um objeto de produzir resultados em uma determinada posição em relação a uma meta (LAITINEN, 2002).

Segundo Ghalayini & Noble (1996) medidas de desempenho são também usadas para comparar o desempenho de organizações diferentes, plantas, departamentos, times e indivíduos, para avaliar os empregados e outras atividades similares.

Segundo Parker (2000) existem cinco razões para medir o desempenho de uma organização, que podem variar de organização para organização:

1. Identificar sucessos;
2. Identificar se os requisitos dos clientes estão sendo satisfeitos: a menos que quantifiquem, como saber se estão oferecendo os produtos ou serviços que os consumidores requisitam?
3. Ajudar a entender os processos: para confirmar o que se conhece e revelar o que não se conhece;
4. Assegurar que decisões são baseadas em fatos, não em suposições, emoções ou intuições;

5. Verificar se as melhorias planejadas estão sendo satisfeitas.

Beamon (1999) afirma que uma das maiores dificuldades em termos de medição de desempenho é o desenvolvimento de seus sistemas. Entretanto os indicadores de desempenho propostos nesta pesquisa estão consolidados para diversos setores, tais como energéticos e de comunicação.

5. Sistemas de Informação

A informação pode desempenhar vários papéis de sustentação nas tentativas de tornar os processos mais eficientes e eficazes. Apenas o acréscimo da informação num processo pode, por vezes, levar a melhorias radicais de desempenho. Ela pode ser usada para medir e acompanhar o desempenho de processos, integrar atividades dentro e através de processos, personalizar processos para determinados clientes e facilitar o planejamento e a otimização dos processos a longo prazo (DAVENPORT, 1994).

Segundo Porter (1999) os novos recursos tecnológicos também abrem espaço para análise e utilização mais abrangentes dos dados ampliados. O número de variáveis suscetíveis à análise e controle da empresa aumentou de forma drástica.

Segundo Laudon & Laudon (1999) todas as empresas têm dois problemas genéricos: como gerenciar as forças e grupos internos que geram seus produtos e serviços e como lidar com clientes, órgãos governamentais, concorrentes e tendências gerais socioeconômicas em seu ambiente. A razão mais forte pelas quais as empresas constroem os sistemas, então, é para resolver problemas organizacionais e para reagir a uma mudança no ambiente.

O uso da informação no acompanhamento de processos é ainda mais importante quando a tecnologia da informação é usada para a automação de alguns aspectos do processo. Os computadores são capazes de recolher e distribuir informações como os recursos consumidos, a duração, as características de produção e até mesmo o custo cumulativo dos processos (DAVENPORT, 1994).

Um sistema de Informação pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (LAUDON & LAUDON, 1999).

6. O Modelo de Sistema de Informação

O Sistema de Desempenho Operacional, em proposição, é um instrumento de gestão empresarial, avaliando a maneira como a empresa desempenha suas atividades operacionais a partir do atendimento a seus clientes. Mais do que gerenciar falhas o sistema em proposição gerencia desempenho. Vale ressaltar que este sistema conceitua falha como todo e qualquer resultado não planejado que compromete negativamente a qualidade do produto ou serviço esperado pelo cliente, seja interno ou externo. Como cliente interno, têm-se as várias atividades operacionais da empresa, na interdependência da cadeia cliente fornecedor; como cliente externo têm-se os vários usuários dos produtos da empresa, petróleo e derivados, definidos segundo parâmetros de qualidade. O modelo de gestão de desempenho é apresentado na figura 1.

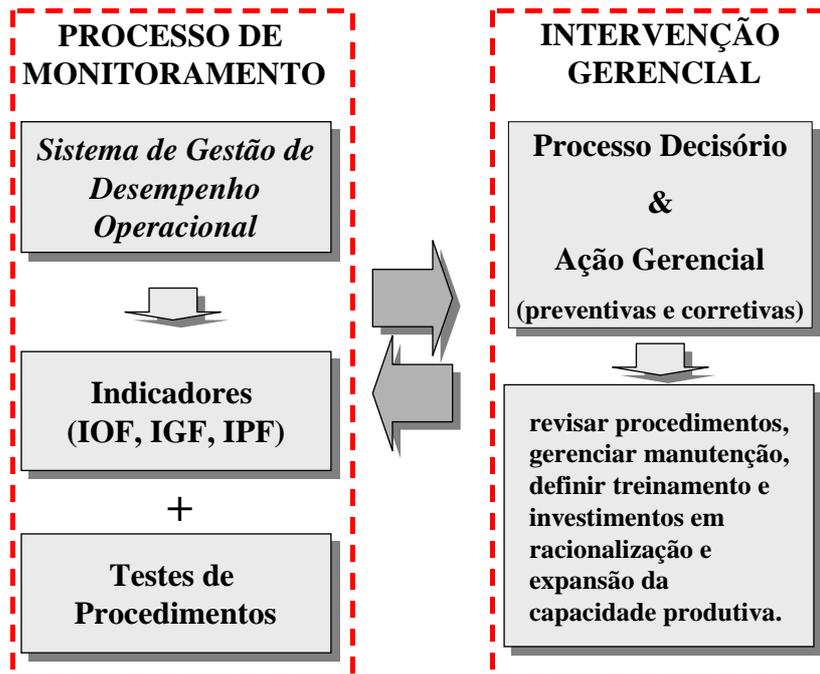


Figura 1. Método para Gestão de Desempenho.

De fato, como salienta o Aurélio, prognóstico pode também ser definido como Indicação, sinal ou agouro de coisa vindoura, assim o IOF (indicador de ocorrência de falhas) e o IGF (indicador de gravidade de falhas) permitem avaliar a situação passada e presente e daí extrapolar ações corretivas/preventivas para o futuro. Já o IPF (índice de potencialidade de falhas) este avalia a possibilidade de ocorrência das causas geradoras de falhas em termos de ocorrência prevista, gravidade advinda e nível de dificuldade de detecção. Então se diz que o IPF é, essencialmente, um instrumento preventivo, ensejando ações atuais que visem evitar falhas futuras.

Os indicadores propostos vão além dos indicadores clássicos de monitoramento na medida em que consideram todo o conjunto de situações que afetam a prestação de serviços aos clientes da empresa. Por conseguinte, o desenvolvimento dos indicadores se dá do final para o início da cadeia cliente fornecedor. Os parâmetros a serem considerados incluem além da frequência e duração das ocorrências, seus níveis de gravidade, os tipos de falhas, além das características dos consumidores afetados, assim como o horário no qual a falha ocorreu. O Sistema de Informação deverá também estabelecer a relação entre falha e causas.

A figura 2 apresenta em sua parte inicial o algoritmo de desenvolvimento do Sistema de Desempenho Operacional (Projeto do Sistema de Desempenho Operacional), o qual é complementado pelo modo operacional do sistema (operação do Sistema de Desempenho Operacional).

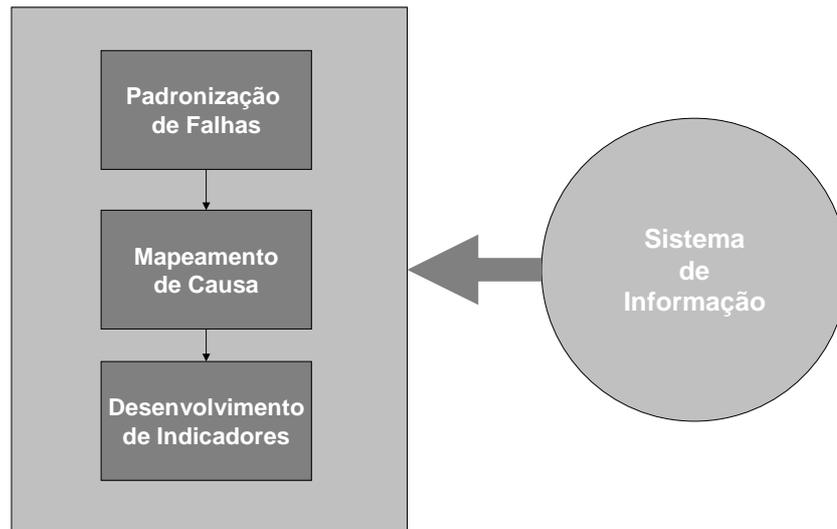


Figura 2. Bases do Sistema de Informação.

Para garantir o nível de inter-relação de informação dos vários bancos de dados o sistema constará, obviamente, com tecnologia de bancos de dados relacionais.

Em síntese, o sistema possibilita o desenvolvimento de uma cultura gerencial de melhoria contínua com os indicadores servindo de instrumentos comparativos para avaliação do desempenho operacional que permite ao tomador de decisões focar nas atividades que mais impactam negativamente o desempenho do sistema, as que mais ocorrem, as mais graves e as de maior dificuldade de detecção. Conceitualmente são essas que, por decorrência, uma vez solucionadas permitirão ao sistema atingir elevados níveis de excelência gerencial.

7. Conclusão

Com o novo sistema de indicadores operacionais propostos, consolidados computacionalmente, a empresa será capaz de gerenciar suas falhas e ranqueá-las, das mais graves e freqüentes para as menos graves e que raramente ocorrem. Assim, com um acompanhamento do desempenho dos vários, setores e equipamentos, a empresa terá a oportunidade de atuar gerencialmente nos problemas realmente graves, focando esforços e recursos de maneira condizente com os problemas em questão. Como decorrência, um acompanhamento sistemático permitirá avaliar o sucesso das intervenções efetuadas. Em suma, o presente projeto fornece instrumentos capazes de garantir transparência para os processos de planejamento do sistema de gestão e controle do sistema físico e operacional, possibilitando a obtenção de melhorias crescentes em seus sistemas.

O modelo deverá ser apresentado via algoritmo circunstanciado, o qual será automatizado através de programa, sendo este desenvolvido via linguagem visual para uma melhor interação com o usuário final.

Entretanto uma das maiores dificuldades enfrentadas pela equipe técnica de desenvolvimento de software é definir o melhor método, os procedimentos e as ferramentas a serem aplicadas no desenvolvimento de software.

O desenvolvimento de um modelo de sistema de informação, aliado a adoção de uma metodologia de desenvolvimento de software evitará que a organização se conduza para uma situação de imaturidade de seus processos.

Referências

- BADDOUR, J.W. (1997) – The International Petroleum Industry. *Energy Police* Vol. 25, n.2, p.143-157.
 BEAMON, B.M. (1999) – Measuring Supply Chain Performance. *International Journal of Operations & Production Managements* Vol. 19, n.3, p.275-292.
 DAVENPORT, T.H. (1994) – *Reengenharia de Processos*. Campus. 5ª edição. Rio de Janeiro.
 FITZSIMMONS, J.A.; FITZSIMMONS, M. J. (2000) - *Administração de Serviços*. Bookman, Porto Alegre.
 GHALAYINI, A.M. & NOBLE, J.S. (1996) – The Changing Basis of Performance Measurement. *International*

Journal of Operations & Production Managements Vol. 16, n.8, p.63-80.

HELMAN, H.; ANDREY, P.R.P. (1995) - *Análise de falhas -Aplicação dos Métodos de FMEA – FTA*. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.

LAITINEN, E.K. (2002) – A Dynamic Performance Measurement System: Evidence From Small Finnish Technology Companies. *Scandinavian Journal of Management* (18), p.65-99.

LAUDON, K.C. & LAUDON, J.P. (1999) – *SISTEMAS DE INFORMAÇÃO*. LTC. 4º edição. Rio de Janeiro.

NEELY, A.; GREGORY, M. & PLATTS, K. (1995) – Performance Measurement System Design. *International Journal of Operations & Production Managements* Vol. 15, n.4, p.80-116.

PARKER, C. (2000) – Performance Measurement. *Work Study* Vol. 49, n.2, p.63-66.

PORTER, M.E. (1999) - *COMPETIÇÃO=ON COMPETITION: ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS ESSENCIAIS*. Campus. 6º edição. Rio de Janeiro.

RAUSAND, M.; OIEN, K. (1996) - The basic concepts of failure analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, p73 – 83.

THOMAS, J.E. (2001) – *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*. Interciência. Rio de Janeiro.

WESTON, J.F.; JOHNSON, B.A. & SIU, J.A. (1999) – Mergers and restructuring in the world oil industry. *Journal or Energy Finance and Development*(4), p. 149-183.

APÊNDICE B – Artigo V CBGDP

Desenvolvimento de sistemas de informação para análise de falhas de sistemas de cogeração de uma refinaria de petróleo

Eduardo Gomes Carvalho (UNIS / UNIFEI) carvalho0@uol.com.br
Dagoberto Alves de Almeida (UNIFEI) dagoberto@unifei.edu.br
Alexandre Ferreira de Pinho (UNIFEI) pinho@unifei.edu.br
Fabiano Leal (UNIFEI) fleal@unifei.edu.br

RESUMO

O processo de refino de petróleo é complexo e falhas durante este podem gerar severas perdas econômicas e humanas, o que torna necessário um acompanhamento do desempenho de seus diversos setores e equipamentos. O monitoramento do sistema através de um sistema de medição de desempenho prove meios para uma gestão menos susceptível aos erros. Este sistema consolidado através de um modelo computacional, trará maior agilidade e confiabilidade, possibilitando prognosticar adequadas ações gerenciais na empresa. O objetivo deste artigo é apresentar o processo de desenvolvimento do software para gerenciamento de índices e sua implantação em uma refinaria de petróleo.

Palavras chave: Sistemas de Informação, Indicadores de Desempenho, Sistemas de Medição.

1. Introdução

Pode-se considerar o petróleo e seus derivados recursos básicos e importantes para o desenvolvimento da sociedade. Entretanto o seu processo de refinamento é complexo e falhas podem ocasionar severas perdas econômicas e humanas. Sendo assim, torna-se necessário um acompanhamento do desempenho dos diversos setores e equipamentos, devendo a empresa ter a oportunidade de atuar gerencialmente nos problemas realmente graves, focando esforços e recursos de maneira condizente com os problemas em questão.

O monitoramento do sistema através de indicadores sistêmicos atuará provendo meios para uma gestão menos susceptível aos erros. Neste sentido possibilitará prognosticar adequadas ações gerenciais.

O software para gerenciamento de índices proposto nesta pesquisa visa aumentar a excelência operacional no processo de gestão das falhas. De uma forma geral, as falhas são responsáveis pela redução da produtividade do sistema. Através de conhecimentos mais precisos torna-se possível administrar adequadamente os recursos da empresa, tanto técnicos quanto materiais. O sistema de medição de desempenho citado neste trabalho esta sendo desenvolvido pelo Grupo de Gestão da Produção da UNIFEI, sendo o artigo se referirá, especificamente, ao software. O sistema de medição constará dos seguintes indicadores:

- 1) IOF – Indicador de Ocorrência de Falhas: pretende explicitar, por tipo de falha, a frequência que ocorrem em um determinado período de observação. Este indicador é, na verdade, uma discretização quali-quantitativa do tradicional indicador macro “Taxa de Falha”;
- 2) IGF – Indicador de Gravidade de Falhas: pretende explicitar a gravidade da falha ocorrida em um determinado sistema em um período de avaliação pré-estabelecido;

3) IPF – Indicador de Potencialidade de Falhas: irá relatar o potencial de uma falha ocorrer e do dano que a mesma pode representar, além de considerar a facilidade ou dificuldade da sua causa ser detectada *antes* de provocar a falha;

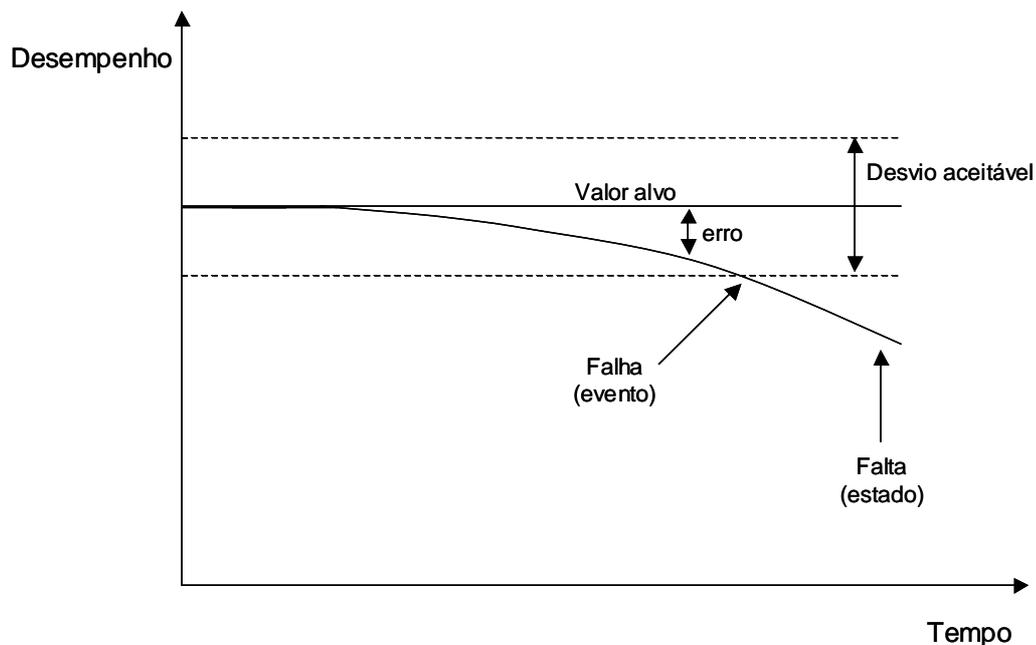
Este artigo tem por objetivo apresentar o processo de desenvolvimento do software para gerenciamento de índices e sua implantação em uma refinaria de petróleo. O trabalho está dividido especificamente em duas partes: revisão bibliográfica e o processo de desenvolvimento do software.

2. Falhas e Causas

De acordo com Rausand e Oien (1996), a falha representa um conceito fundamental para a análise de confiabilidade, sendo a falha definida como o término da habilidade de um item para o desempenho de uma requerida função. A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência.

O termo "falha" é freqüentemente confundido com os termos "falta" e "erro". Segundo Rausand e Oien (1996), existem várias definições para estes termos. De acordo com o IEC 50 (191), *International Electrotechnical Commission*, um erro é a discrepância entre um valor (ou condição) medido, observado ou computado, e a verdade (especificada ou teoricamente correta). Um erro não é uma falha pelo fato de estar dentro de limites aceitáveis de desvio de um desempenho desejado (valor alvo).

Ainda de acordo com o IEC 50 (191), a falha é o evento onde a função requerida é interrompida, excedendo os limites aceitáveis, enquanto a falta é o estado de um item caracterizado pela impossibilidade de desempenhar uma requerida função, excluindo as situações de parada por manutenção preventiva (ou ações programadas) e paradas por falta de recursos externos. A falta é, portanto, um estado conseqüente. A Figura 01 demonstra a relação entre falha, erro e falta.



Fonte: Rausand e Oien (1996)

Figura 1 – Conceituação de erro, falha e falta.

Ainda de acordo com o IEC 50 (191), a causa da falha pode ser definida como sendo a circunstância, durante o projeto, manufatura ou uso, na qual tenha conduzido à falha. A causa da falha é parte necessária da informação para evitar a falha ou sua recorrência.

3. Sistemas de Medição de Desempenho

Medição de desempenho é um conceito que salienta diversos discursos, pois este é muito rico, complexo e envolvente. É um conceito rico porque possui pontos de vista epistemológicos e fenomenológicos que são ligados a várias definições e interpretações. É um conceito complexo porque consiste em considerações e atividades políticas, legais, éticas e administrativas (HALACHMI, 2002).

Entretanto medição de desempenho é um tópico que é discutido freqüentemente, mas raramente definido. Segundo Neely et al. (1995) medição de desempenho pode ser definida como o processo de quantificar a eficiência e a efetividade da ação.

Tradicionalmente, medidas de desempenho foram principalmente baseadas em sistemas de contabilidade, o que resultou na maioria das medidas enfocadas em dados financeiros. Atualmente estes indicadores de desempenho estão focados em aspectos não financeiros. Diversos autores estudam e desenvolvem ações no âmbito da medição de desempenho (KAPLAN & NORTON, 2000; ROUSE & PUTTERILL, 2003; NEELY, 1999).

Beamon (1999) afirma que uma das maiores dificuldades em termos de medição de desempenho é o desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho.

Segundo Sink (1985) para determinar quais sistemas de medições de desempenho são específicos a uma situação existem diversas maneiras: desde a designação de um sistema por um consultor, utilização de sistemas similares ou a utilização de pessoas do sistema organizacional para estudar e questionar o que deve ser mensurado.

Segundo Rose (1995) as medidas tradicionais são importantes por servir como sinal de advertência sobre problemas de desempenho e a fragilidade delas é não revelar a causa destes problemas.

Com o crescimento da relevância de trabalhar a questão da eficácia nas organizações, novas dimensões competitivas (fatores críticos de sucesso) como qualidade, inovação, tempo entre outras, passaram a dividir espaço com a dimensão econômica (KIYAN, 2001).

Quantificar o desempenho frente a essas novas dimensões é de vital importância para poder gerenciá-las, conforme Rosa et al. (1995) enfatizaram: “sem medidas, os gerentes não conseguem fundamentar argumentos para comunicar especificamente quais as expectativas de desempenho, quais os resultados esperados dos subordinados. Torna-se difícil monitorar o desenvolvimento do trabalho nas organizações e identificar falhas que poderiam ser analisadas e eliminadas”.

4. Sistemas de Informação

A informação pode desempenhar vários papéis de sustentação nas tentativas de tornar os processos mais eficientes e eficazes. Apenas o acréscimo da informação num processo pode, por vezes, levar a melhorias radicais de desempenho. Ela pode ser usada para medir e acompanhar o desempenho de processos, integrar atividades dentro e através de processos, personalizar processos para determinados clientes e facilitar o planejamento e a otimização dos processos a longo prazo (DAVENPORT, 1994).

Segundo Porter (1999) os novos recursos tecnológicos também abrem espaço para análise e utilização mais abrangentes dos dados ampliados. O número de variáveis suscetíveis à análise e controle da empresa aumentou de forma drástica.

Segundo Laudon & Laudon (1999) todas as empresas têm dois problemas genéricos: como gerenciar as forças e grupos internos que geram seus produtos e serviços e como lidar com clientes, órgãos governamentais, concorrentes e tendências gerais socioeconômicas em seu ambiente. A razão mais forte pelas quais as empresas constroem os sistemas, então, é para resolver problemas organizacionais e para reagir a uma mudança no ambiente.

O uso da informação no acompanhamento de processos é ainda mais importante quando a tecnologia da informação é usada para a automação de alguns aspectos do processo. Os computadores são capazes de recolher e distribuir informações como os recursos consumidos, a duração, as características de produção e até mesmo o custo cumulativo dos processos (DAVENPORT, 1994).

Um sistema de Informação pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações (LAUDON & LAUDON, 1999).

5. A Engenharia de Software

Segundo Rose (2002) a engenharia de software é uma abordagem para o desenvolvimento de sistemas de informação que está associada com métodos estruturados de desenvolvimento de software.

Segundo Sommerville (2003) a engenharia de software é uma disciplina da engenharia relativamente nova, cuja meta é o desenvolvimento de sistemas de software com boa relação custo-benefício.

Paula Filho (2001) salienta que como toda engenharia, a engenharia de software usa os resultados da ciência, e fornece problemas para estudo desta.

A engenharia de software possui diversas linguagens de modelagem, entretanto Sommerville (2003) destaca a UML como uma linguagem que vem emergindo como linguagem padrão de modelagem. Com base nesta afirmação a UML foi contemplada como linguagem de modelagem para esta pesquisa.

Segundo Sá (2001), a UML é uma tentativa de padronizar a modelagem orientada a objetos de uma forma que qualquer sistema, seja qual for o tipo, possa ser modelado corretamente, com consistência, fácil de se comunicar com outras aplicações, simples de ser atualizado e compreensível. A UML é composta das seguintes fases: análise de requisitos, análise, design, programação e testes.

Eriksson (1998) relata sobre a guerra que existia entre os métodos orientados a objetos antes do surgimento da UML, e que a mesma acabou com esta disputa no mercado, reunindo os melhores aspectos das metodologias Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, existentes até então.

6. Sistema de Informação para Gerenciamento de Índices

O modelo computacional projetado seguiu as seguintes fases propostas por Paula Filho (2001): concepção, elaboração, construção e transição.

A concepção é a fase na qual as necessidades dos usuários e os conceitos da aplicação são analisados o suficiente para justificar a especificação de um produto de software. Como se trata de uma proposta acadêmica não justifica-se a especificação do produto de software.

A fase de elaboração é a fase na qual a especificação do produto é detalhada o suficiente para modelar conceitualmente o domínio do problema, validar os requisitos em termos desse modelo conceitual e permitir o planejamento acurado da fase da construção. Durante a fase de elaboração foram elaborados diversos diagramas conforme podemos verificar exemplos nas figuras 2 e 3.

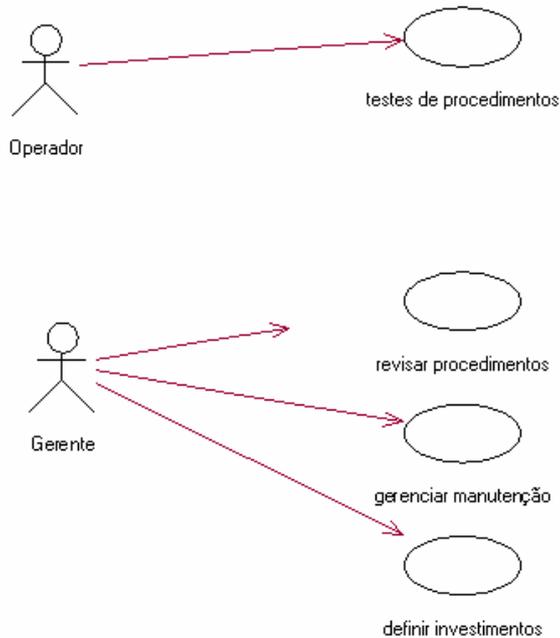


Figura 2 – Diagrama de Caso de Uso.



Figura 3 – Diagrama de Classes.

A fase de construção é uma fase na qual uma versão operacional do produto é implementada. Para a implementação foi utilizado como banco de dados relacional o Microsoft Access e

como linguagem de programação Visual Basic 6.0. A principal tela de dados do software pode ser observado na figura 4.

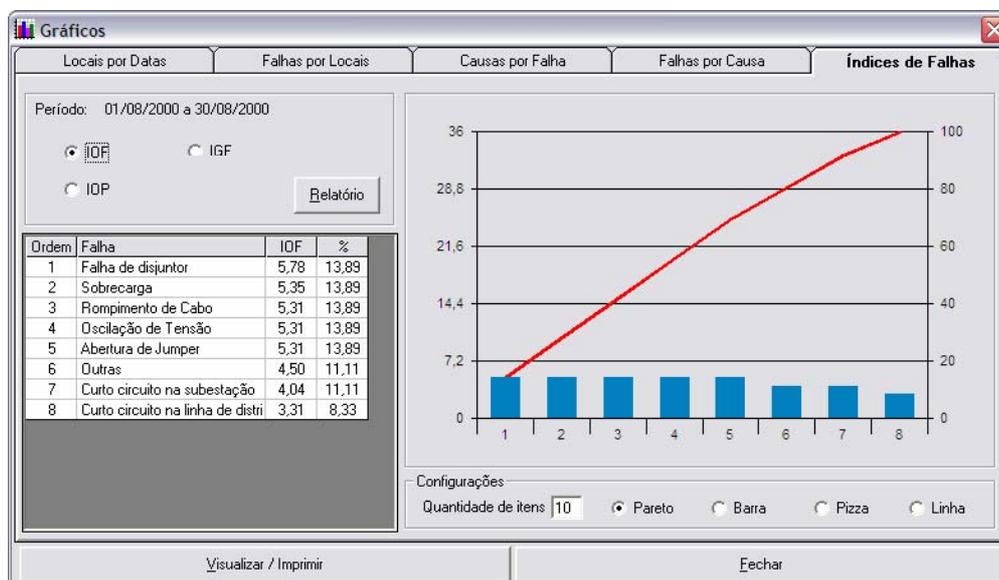


Figura 4 – Tela de gráficos com os indicadores de desempenho.

A fase de transição é a fase na qual são realizados testes e o software é colocado a disposição dos usuários. A realização de testes é também metodologicamente conhecida como a validação do modelo. A análise e a avaliação de modelos simulados por parte de especialistas é a melhor e a mais simples forma de validá-los (BALCI, 1994; PIDD, 1995; SARGENT, 1994). Esta validação será realizada através da execução técnica de *brainstorming meeting* em uma refinaria. *Brainstorming meeting* são reuniões contando com a participação de vários elementos que tenham ligações e conhecimentos do sistema e que possam dar suas opiniões (FREITAS FILHO, 2004).

A refinaria contemplada para esta tarefa é a Refinaria Duque de Caxias (REDUC) localizada no município de Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro. Considerada a refinaria mais complexa do sistema Petrobrás, foi inaugurada, em 1961. A REDUC comercializa hoje uma linha de 52 produtos. A REDUC ocupa uma área de 13 Km² e possui uma capacidade instalada de 242 mil barris/dia e seus principais produtos são lubrificantes, gasolina, óleo diesel, querosene de aviação, GLP, bunker e nafta petroquímica, e contribui com impostos o equivalente a R\$ 1,2 bilhão/ano.

7. Conclusões

O presente artigo apresentou o processo de desenvolvimento do software para gerenciamento de índices para sistemas de cogeração de uma refinaria de petróleo. Explicitou suas fases de desenvolvimento e como este será validado.

Entretanto para a validação além da utilização de opiniões de especialistas é necessário alimentar o sistema com a utilização de dados históricos.

A próxima fase da pesquisa é validação do modelo computacional através da técnica conhecida como *brainstorming meeting*, que será realizada na Refinaria Duque de Caxias.

8. Referências

- BALCI, O. (1994) - Validation, Verification and Testing Techniques throughout the Life Cycle of a Simulation Study, Operation Research.
- BEAMON, B.M. (1999) - Measuring supply chain performance. International Journal of Operations & Production Management, v.19, no. 3, p.275-292.
- DAVENPORT, T.H. (1994) - Reengenharia de Processos. Campus. 5º edição. Rio de Janeiro.
- ERIKSSON, H.; Penker, M. (1998) - UML Toolkit. New York: Wiley Computer Publishing.
- FREITAS FILHO, P.J. (2004) - Introdução a Modelagem e Simulação de Sistemas. Visual Books.
- HALACHMI, A. (2002) - Performance Measurement: a look at some possible dysfunctions. Work Study, v.51, no. 5, p.230-239.
- IEC 50(191). International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191 – Dependability and quality of service. International Electrotechnical Commission, Geneva, 1990.
- KAPLAN, R.S. & NORTON, D.P. (2000) - Organização Orientada para a Estratégia. Campus. 2º edição. Rio de Janeiro.
- KIYAN, F. M. (2001) - Proposta de Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho Como Suporte Estratégico. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- LAUDON, K.C. & LAUDON, J.P. (1999) - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO. LTC. 4º edição. Rio de Janeiro.
- NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. (1995) - Performance Measurement System Design – A Literature Review and Research Agenda. International Journal of Operations & Production Management, v.15, no. 4, p.80-116.
- PAULA FILHO, W. P. (2001) - Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões. LTC. 2ª edição. Rio de Janeiro.
- PIDD, M. (1995) - Computer Simulation in Management Science, 3a. ed., John Wiley & Sons, NY.
- PORTER, M.E. (1999) - COMPETIÇÃO=ON COMPETITION: ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS ESSENCIAIS. Campus. 6º edição. Rio de Janeiro.
- RAUSAND, M.; OIEN, K. (1996) - The basic concepts of failure analysis. Reliability Engineering and System Safety, 73-83..
- ROSA, E.B.; PAMPLONA, E. de O.; ALMEIDA, D.A. de. (1995) - Parâmetros de Desempenho e Competitividade dos Sistemas de Manufatura, XV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), São Carlos.
- ROSE, K.H. (1995) - A Performance Measurement Model. Quality Progress, v. 28, no. 2, p. 63-66.
- SÁ, C. N. F. (2001) - Modelo para Desenvolvimento de Software administrativo da EFEI. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Instituto de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.
- SARGENT, R.G. (1994) - Verification and Validation of Simulation Models, Winter Simulation Conference, NY.
- SINK, S. (1985) - Productivity Management: planning, measurement and evaluation, control and improvement. New York: John Wiley and Sons.
- SOMMERVILLE, I. (2003) - Engenharia de Software. Addison Wesley. 6ª edição. São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Dagoberto Alves de; LEAL, Fabiano; ALMEIDA, Roberto Alves de. Mapeamento do processo de formação de falhas: uma aplicação no setor elétrico. In: Congresso Brasileiro de Energia, 10, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília, 2004.
- ALMEIDA, Dagoberto Alves de; FAGUNDES, Liliane Dolores. Análise de falhas em uma empresa brasileira de energia elétrica através do indicador de sazonalidade aplicado na abordagem FMEA. In: Congreso Latinoamericano Generación y Transporte de la Energia Eléctrica, 6, 2005, Mar Del Plata - Argentina. **Anais...** Mar Del Plata, 2005.
- ARAÚJO, Anísio José da Silva. **Paradoxos da modernização: terceirização e segurança em uma refinaria de petróleo**. 2001. Tese (Doutorado em Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, São Paulo. 2001.
- BADDOUR, J.W. The international petroleum industry: Competition, structural change and allocation of oil surplus. **Energy Policy**, v.25, n.2, p.143-157, 1997.
- BARBIERI, Carlos. **BI – Business Intelligence: Modelagem & Tecnologia**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.
- BASSO, B.; CARPEGNA, C.; DIBITONTO, C.; GAIDO, G.; ROBOTTO, A.; ZONATO, C. Reviewing the safety management system by incident investigation and performance indicators. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v.17, p.225-231. 2004.
- BEAMON, Benita .M. Measuring supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n.3, p.275-292. 1999.
- BENETTI, Erikson Diniz; MARÇAL, Rui Francisco Martins. Principais produtos de business intelligence disponíveis no mercado e suas características. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 11, 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: Universidade do Estado de São Paulo, 2004.
- BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML : Guia do Usuário**. Rio de Janeiro: Campus. 2000.
- BOURNE, Mike; NEELY, Andy; PLATTS, Ken; MILLS, John. The success and failure of performance measurement initiatives. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.11, p.1288-1310. 2002.
- BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco; MONTANARI, Roberto. Fuzzy criticality assessment model for failure modes and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.20, n.4, p.503-524. 2003.
- BRAGLIA, Marcello. MAFMA: multi-attribute failure mode analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.17, n.9, p.1017-1033. 2000.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, 1989.
- CARVALHO, Eduardo Gomes; TURRIONI, João Batista. O envolvimento de empregados em atividades de manutenção autônoma. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2002, Niterói. **Anais...** Niterói:Universidade Federal Fluminense, 2002.

CARVALHO, Eduardo Gomes; SILVA, Carlos Eduardo Sanches; SOUZA, Luiz Gonzaga Mariano de; PINHO, Alexandre Ferreira de. Um modelo de um sistema de informação baseado em computadores para auxílio a implementação de um sistema de gestão baseado na norma ISO 9001:2000. In: Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 4, 2003, Gramado. **Anais...** Gramado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CASSEL, C.; SYMON G. **Qualitative Methods in Organizational Research**. Londres: Sage, 1994.

CHECKLAND, Peter. **Systems Thinking, Systems Practice**. New York: John Wiley & Sons.1998.

CLEGG, C; WALSH, S. **Soft Systems Analysis (SSA) in qualitative methods and analysis in organizational research – a practical guide**. Londres: Sage, 1998.

DAVENPORT, T.H. **Reengenharia de Processos**. 5. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DAVIS, M. M. et al. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3, Porto Alegre: Bookman, 2001.

DEVADASAN, S. R.; MUTHU, S. ; SAMSON, R. Neil ; SANKARAN, R.A. Design of total failure mode and effects analysis programme. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v.20, n.5, p.551-568, 2002.

DEVLIN, Brendan; BURKE, Mary. Internet: the ultimate reference tool? **Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy**, V.7, n.2, p.101-108. 1997.

ERIKSSON, H.; PENKER, M. **UML Toolkit**. New York: Wiley Computer Publishing, 1998.

FAGUNDES, Liliane Dolores. **Mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico: Gestão do conhecimento auxiliando a gestão da manutenção**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005.

FAGUNDES, Liliane Dolores; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. Mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico: padronização, diagramação e parametrização. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 11, 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: Universidade do Estado de São Paulo, 2004.

GELLE, Esther; KARHU, Katja. Information quality for strategic technology planning. **Industrial Management & Data Systems**. V.103, n.8, p. 633-643. 2003.

GHALAYINI, Alaa M.; NOBLE, James S. The Changing Basis of Performance Measurement. **International Journal of Operations & Production Managements**. V. 16, n.8, p.63-80. 1996.

HALACHMI, Arie. Performance Measurement: a look at some possible dysfunctions. **Work Study**, v.51, no. 5, p.230-239, 2002.

HELMAN, H.; ANDREY, P.R.P. **Análise de falhas: Aplicação dos Métodos de FMEA – FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

HIGGINS, Lindley. **Maintenance Engineering Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1995.

HOSKINS, R. P. ; BRINT, A. T. ; STRBAC, G. A structured approach to Asset Management within the electricity. **Utilities Policy**, no. 7, p.221-232, 1998.

IEC 50(1990). International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191 – Dependability and quality of service. International Electrotechnical Commission, Geneva, 1990.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **Organização Orientada para a Estratégia**. 2. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

KEREN, N.; WEST, H. H.; ROGERS, W. J.; GUPTA, J. P.; MANNAN, M. S. Use of failure rate databases and process safety performance measurements to improve process safety. **Journal of Hazardous Materials**, v.104, p.75-93. 2003.

KIYAN, F. M. **Proposta de Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho Como Suporte Estratégico**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

LAITINEN, Erkki K. A Dynamic Performance Measurement System: Evidence From Small Finnish Technology Companies. **Scandinavian Journal of Management**, v.18, p.65-99. 2002.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de Informação**. 4. Rio de Janeiro: LTC. 1999.

LUCA, João Carlos de. Brazil: New Investment Centre for Oil Sector. **World Energy**, v.5, n.2, p.44-47. 2002.

MARTINS, R. A. **Sistema de Medição de Desempenho: um modelo para estruturação do uso**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

MCLEOD Jr., Raymond; SCHELL, George. **Management Information Systems**. 8. New Jersey: Prentice-Hall. 2001.

ÑAURI, M. H. C. **As medidas de desempenho como base para a melhoria continua de processos: o caso da fundação de amparo à pesquisa e extensão universitária (FAPEU)**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NEELY, Andy; GREGORY, Mike; PLATTS, Ken. Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v.15, n.4, p.80-116. 1995.

NEELY, Andy. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, v.19, n.2, p.205-228. 1999.

OLIVEIRA NETO, José Dutra de; RICCIO, Edson Luiz. Desenvolvimento de um instrumento para mensurar a satisfação do usuário de sistemas de informações. **Revista de Administração**, v.38, n.3, p.230-241. 2003.

OTTOBONI, Célia. **Uma Proposta de Abordagem Metodológica para Implementação do Balanced Scorecard em Pequenas Empresas**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2002.

PARKER, Charles. Performance Measurement. **Work Study**, V.49, n.2, p.63-66. 2000.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões**. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

PORTER, Michael E. **COMPETIÇÃO: Estratégias competitivas essenciais**. 6. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 4. São Paulo: McGraw-Hill, 2001.

QUINTAS, Paul. Programmed Innovation? Trajectories of Change in Software Development. **Information Technology & People**, V.7 N. 1, p. 25-47.1994.

RAUSAND, Marvin; OIEN, Knut. The basic concepts of failure analysis. **Reliability Engineering and System Safety**, v.53, p73 – 83. 1996.

RIBEIRO, Cláudia Regina Barroso. **Novas perspectivas da área de recursos humanos e a gestão do conhecimento**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000

ROSA, Eurycibiades Barra; PAMPLONA, Edson de Oliveira; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. Parâmetros de Desempenho e Competitividade dos Sistemas de Manufatura, In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 15 ,1995, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1995.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Parâmetro de Desempenho: A Vantagem Competitiva das Empresas - Estudo de Caso**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 1996.

ROSE, Jeremy. Interaction, transformation and information systems development – an extended application of Soft Systems Methodology. **Information Technology & People**, v.15, n.3, p.242-268, 2002.

ROSE, K.H. A Performance Measurement Model. **Quality Progress**, v.28, n.2, p. 63-66. 1995

ROUSE, Paul; PUTTERILL, Martin. An integral framework for performance measurement. **Management Decision**, v.41, n.8, p.791-805, 2003.

SÁ, Cláudio das Neves Fernandes de. **Modelo para Desenvolvimento de Software administrativo da EFEI**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2001.

SAATY, Thomas L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v.15, 1977.

SELLITTO, Miguel Afonso. Manutenção centrada em confiabilidade: uma abordagem quantitativa. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002.

SENNA, Marco Antonio Moitinho Camara. **Estudo da Aplicabilidade do sistema MRP II em uma fábrica de helicópteros - HELIBRAS**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003.

SILVA, Helena Pereira da. **Inteligência competitiva na Internet: proposta de um processo**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SILVA JR, Ovidio Felipe Pereira da. **Avaliando os sistemas de informações executivas nos processos decisórios das instituições universitárias brasileiras**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SINK, Scott. **Productivity Management: planning, measurement and evaluation, control and improvement**. New York: John Wiley and Sons. 1985.

SINK, Scott; TUTTLE, Thomas C. **Planejamento e medição para a performance**. Trad. Elenice Mazzili e Lúcia Faria Silva. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1993.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas. 1999.

SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas. 1993.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 6. São Paulo: Addison Wesley. 2003.

STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George W. **Princípios de Sistemas de Informação: uma Abordagem Gerencial**. 4. Rio de Janeiro: LTC. 1999.

TURBAN, Efraim; McLEAN, Ephraim; WETHERBE, James. **Information technology for management: improving quality and productivity**. EUA: John Wiley, 2001.

VANELLI, Carlos Alberto. **Conservação de água em refinaria de petróleo: o caso da REVAP**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2004.

WESTON, J. Fred; JOHNSON, Brian A.; SIU, Juan A. Mergers and restructuring in the world oil industry. **Journal of Energy Finance and Development**, v.4, p. 149-183. 1999.

XU, Hongjiang; NORD, Jeretta Horn; NORD, G. Daryl; LIN, Binshan. Key issues of accounting information quality management: Australian case studies. **Industrial Management & Data Systems**, V.103, n.7, p. 461-470. 2003.

YASIN, Mahmoud M.; QUIGLEY, John, V. The utility of information systems: views of CEOs and information system executives. **Information Management & Computer Security**, V.3, n.2, p.34-38, 1995.

YIN, Robert. K. **Case study research: design and methods.** Thousand Oaks: SAGE Publications, 1994.

ANEXO A – Exemplo de ROA

RELATÓRIO DE OCORRÊNCIA ANORMAL

TÍTULO : Falta de Potencial na CERJ

No.: 004 / 03

1-Localização Exata:		U-2200	10-Sub-Órgão ER / TM	11-Órgão REDUC
DESCRICAÇÃO	2 - Descreva claramente como a anormalidade ocorreu:			12-Relat / Num. 04 / 03
	2.1) Situação antes da anormalidade: Sistema elétrico normal. CERJ A em operação com 4,8 MW. Carga de vapor em 901 t/h e TG2002 em controle de pressão. Descarte em AG : #55,#7, 260,250,3100,270,720,730,T e V. Em AR : #55, F#7 e 260. Em AI : Manual.			13-Dia / Mês 11/01
	2.2) Descrição da anormalidade: Às 00:34h ocorreu falta de potencial na CERJ, durante forte temporal / ventania. Houve atuação dos relés 32A/B ocasionando abert. dos DJ's 52/62, os relés 27 da entrada atuaram abrindo os DJ's 2101A/B e DJ's 51/61. Devido a este tipo de ocorrência (reversão de potência seguida de falta de potencial), as barras C e D da CERJ ficaram desenergizadas (alimentadores 53,54,55,57,58,63,64,65), descarte em AR retirou #55 (já fora), #7 e 260. Realizado contato com a CERJ (Alcilésio), e o mesmo não pode explicar pois o sistema ainda estava em emergência, mas falta de energia havia atingido grande parte do RJ. Sub's 230 e 340 ficaram sem energia e na sub 710 houve reclamação por falta de iluminação da sala de controle e área.			14-Hora/Min. 00:34
	2.3) Providências adotadas: Restabelecemos a energia nas barras da CERJ fechando os DJ's 52 e 62. Foram atendidas as prioridades da COTUR, normalizamos primeiro a iluminação da U-1710, energizamos F#7, voltamos c/ circuito "O" (Por questão de segurança e isolamos a rede do TEDUC – DJ estava desarmado) que havia caído minutos antes, as sub's 372 / 371 / 370 (pela prioridade de escoamento de produtos), as sub's do HGP (3100 / 3400 - sub 340: 480v ficou em "L" via #65, DJ do lado do #57, não entrou eletricamente / UPGN II), sub 710 e por fim partimos para a normalização das sub's do par 54 / 55 (410,760,940,P1,P2). Sub "N" encontrada via F#11, mas deveria estar no F#7. O Potencial retornou às 01:10h , entretanto, não conseguimos sincronizar o DJ-51, devido a falha no sistema de sincronismo remoto. A normalização foi em local / manual às 02:21h. TG-2002 foi recolocado em controle de pressão.			15-Duração 1:47
				16- Ocorrência. 483
				17-Unidade 001
				18-Sistema 001
				19- Equipamento 214
				20-Atividade 042
				21-Meio controle 005
ANÁLISE	3-CAUSAS IMEDIATAS:			22-Código 421 / 382
	3.1 – Falha elétrica (distúrbio na CERJ, defeito no Dj na Sub 340 e defeito no sincronizador). 3.2 – Falha de dispositivo de proteção (atuação descoordenada dos relés 27 e 32).			
4-CAUSAS BÁSICAS:			23-Código 999 / 551	
4.1 – NIC (Não Identificada ou Classificada). 4.2 – Falha de projeto (deficiência da proteção na interpretação da anormalidade).				
5-PESSOAIS		Empregados Acidentados:	Outros Acidentados:	24-Total
MATERIAIS	Equipamentos		Retratamento, Reprocessamento, Colocação em Operação	25-Custo Est.
	Produtos		Contratações, Horas Extras	26-Custo Apur.
	Materiais		Outros Itens	
AVEL	7-Potencial de Gravidade		8-Reincidência Futura em Condições Análogas	27-Código
	() Alto (X) Médio () Baixo		() Freqüente (X) Ocasional () Rara	
RECOMENDACOES	9- Enumere de forma sequencial as ações tomadas para prevenir ocorrências semelhantes:			
	9.1- Implementar a modernização da proteção da CERJ, com a utilização de relé multifunção digital. Ação : OT, EI e TM. Prazo : Será feito em conjunto com a nova Subestação de entrada de 138 KV (G.I.S), previsão Janeiro de 2004.			
	9.2- Abrir ST junto ao MI para reparo do disjuntor referente ao Alimentador 57, na Sub 340. Ação : ER / TM. Prazo : Imediato.			
	9.3- Solicitar a configuração do SCMD o reparo do defeito no sistema de sincronização. Ação : ER/TM. Prazo : Imediato.			
28 Setor Responsável		29-Segurança Industrial	30-Chefe do Órgão	31-Data
				____/____/____

ANEXO B - Avaliação do Sistema de Gestão de Indicadores

Prezado usuário, o intuito deste questionário é realizar a avaliação do Sistema de Informação de Gestão de Indicadores para verificar sua validade. Por favor para cada questão avaliar o sistema com uma nota de 1 a 5.

PERGUNTA	RESPOSTA
1 - É possível adaptá-lo às novas necessidades	
2 - É fácil de entender o seu funcionamento	
3 - Fornece a informação de maneira clara	
4 - Efetua cálculos PRECISOS	
5 - Garanti que o Sr.(a Sra.) esteja satisfeita com a precisão dos cálculos	
6 - Fornece a informação COMPLETA	
7 - Fornece relatórios e/ou telas suficientes para sua atividade , isto é, sem excesso ou falta de informação	
8 - Fornece os relatórios e/ou telas RELEVANTES (Importantes)	
9 - Apresenta os relatórios e/ou telas em um formato adequado com a utilização conjunta de colunas, tabelas , figuras, gráficos e textos de forma organizada	
10 - Está disponível (sem parar ou deixar de funcionar)	
11 - Fornece informação que o Sr.(a Sra.) considera confiável	
12 - Fornece informações ATUALIZADAS	

13 - Atualiza as informações a todo instante	
14 - Possui um treinamento para sua utilização	
15 - Possui um suporte técnico para dúvidas/problemas	
16 - Fornece informações dentro do prazo solicitado	

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)