

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Implantação de um Sistema de Gestão por**  
**Medidas de Desempenho**

Autor: Eduardo Lyse Corrêa Netto Carvalho  
Orientador: Charly Künzi

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C253i                      Carvalho, Eduardo Lyse Corrêa Netto  
                                 Implantação de um sistema de gestão por medidas  
de desempenho / Eduardo Lyse Corrêa Netto  
Carvalho.--Campinas, SP: [s.n.], 2003.

                                 Orientador: Charly Künzi.  
                                 Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia  
Mecânica.

                                 1. Gestão da qualidade total. 2. Garantia de  
qualidade. 3. Laboratórios. I. Künzi, Charly. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Mecânica. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Implantação de um Sistema de Gestão por**  
**Medidas de Desempenho**

Autor: Eduardo Lyse Corrêa Netto Carvalho  
Orientador: Charly Künzi

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

# **Implantação de um Sistema de Gestão por Medidas de Desempenho**

Autor: Eduardo Lyse Corrêa Netto Carvalho  
Orientador: Charly Künzi

Curso: Engenharia Mecânica – Mestrado Profissional  
Área de Concentração: Gestão da Qualidade Total

Trabalho Final de Mestrado Profissional apresentado à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre Profissional em Engenharia Mecânica / Gestão da Qualidade Total.

Campinas, 2003  
S. P. - Brasil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Trabalho Final de Mestrado Profissional**

**Implantação de um Sistema de Gestão por**  
**Medidas de Desempenho**

Autor: Eduardo Lyse Corrêa Netto Carvalho  
Orientador: Charly Künzi

---

**Prof. Dr. Charly Künzi, Presidente**  
**IMECC, Unicamp**

---

**Prof. Dr. Marcius Fabius H. de Carvalho**  
**FEM, Unicamp**

---

**Prof. Dr. Ademir José Petenate**  
**IMECC, Unicamp**

---

**Prof. Dr. José Antônio Martins**  
**Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda.**

Campinas, 18 de agosto de 2003

## **Dedicatória:**

“Para minha esposa, Gisela, a minha irmã Cláudia, ao meu pai Vicente e em memória de minha mãe Marinêz.”

## **Agradecimentos:**

Agradeço ao Professor Doutor Charly Künzi, do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pela orientação, paciência e dedicação ao desenvolvimento desta dissertação, com contribuições valiosas e sempre prestativo a atender em qualquer momento.

Agradeço ao Gerente da Refinaria, Mineração & Químicos, Eng. Nestor J. B. Andrade e ao Superintendente de Laboratório, Químicos & Aplicações, Químico Paulo R. Lazarin, da Alcoa Alumínio S.A., unidade de Poços de Caldas/MG, por aprovarem a idéia que deu origem a realização deste trabalho e apoio para o desenvolvimento do mesmo, sem o qual não seria possível a sua concretização.

Meus agradecimentos ao Prof. Dr. Ademir J. Petenate do IMECC/UNICAMP, pelo apoio ao projeto e aos Professores Marcius Fabius Carvalho, Sidnei Radazzi, Miguel Bacic, J. Newton Carpintéro, Maria Carolina Souza, Juliana Sabbatini, e Wolmer Silveira, agradeço pelos ensinamentos transmitidos, que auxiliaram para a elaboração e desenvolvimento desta dissertação.

A todos que ajudaram a desenvolver este trabalho, e em especial aos colegas Ravanelli, Mendes, Bonifácio, Marcos Gonçalves, Furchi, Paulo Zanatta, Cristiane, além de todos os técnicos químicos que com contribuições valiosas ajudaram para melhoria e estruturação do Sistema de Gestão proposto.

“O bom-senso é a coisa mais bem repartida deste mundo, porque cada um de nós pensa ser dele tão bem provido, que mesmo aqueles que são mais difíceis de se contentar com qualquer outra coisa, não costumam desejar mais do que o que tem.”

Renê Descartes

## **Resumo**

CARVALHO, Eduardo Lyse Corrêa Netto, *Implantação de um Sistema de Gestão por Medidas de Desempenho*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 100 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

Este trabalho procurou desenvolver um sistema de gestão para um laboratório, baseado na filosofia de Deming e alinhada com as políticas de qualidade e objetivos de uma indústria. Foi utilizada a metodologia de Medidas de Desempenho (Balanced Scorecard) para estruturação do Sistema proposto. Os resultados obtidos em 2 anos de implementação do Sistema levaram ao alcance da maioria das metas propostas, que trouxeram impactos diretos para o setor, como a melhoria do clima organizacional, redução de 27% das reclamações de clientes internos, melhoria nos indicadores financeiros e em qualidade analítica de até 41%. Os resultados deste trabalho levaram ao envolvimento sinérgico de todas as pessoas do setor que passaram a serem focadas em resultados, de maneira a contribuir dentro de sua área de atuação com a organização. Como consequência deste trabalho os técnicos químicos passaram a atuar de maneira capaz para agregar valor aos dados (análises químicas e físicas) para a tomada de decisão rápida e eficaz no processo produtivo e organizacional, contribuindo para agregar valor significativo aos resultados da empresa.

### *Palavras Chave*

- Laboratório, Medidas de Desempenho, Garantia da Qualidade, Gestão da Qualidade, Qualidade.

## **Abstract**

CARVALHO, Eduardo Lyse Corrêa Netto, *Implementation of a System of Management using Balanced Scorecard Method*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002. 100 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

This work developed a system of management for a laboratory, based on the philosophy of Deming and lined up with the quality politics and objectives of an industry. The methodology of Measures of Performance (Balanced Scorecard) was used in order to structure the considered System. The results obtained in 2 years of implementation of the System had taken to the reach of the majority of the goals proposed, which had brought direct impact for the sector, as the improvement of the organizacional climate, reduction of 27% of the claims of internal customers, improvement in the financial pointers and in analytical quality of 41%. The results of this work had taken to the synergic involvement of all the people of the sector who had started in the results, in a way to contribute inside of its area of performance with the organization. As a consequence of this work the chemist technicians had started to act in a capable way to add value to the data (chemical and physical analyses) for the fast and efficient decision taking in the productive and organizacional process, contributing to add significant value to the results of the company.

### *Key Words*

- Laboratory, Balanced Scorecard, Quality Assurance, Quality, Management.

## Índice

Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	iv
Nomenclaturas	v
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	7
1.2 Delimitação da Dissertação	7
1.3 Organização da Dissertação	7
2 Revisão da Literatura	9
2.1 Filosofia de Deming	9
2.2 Visão Sistêmica	17
2.3 O Ser Humano	23
3 Método e Desenvolvimento	33
3.1 Medidas de Desempenho	37
3.1.1 Ferramentas do Sistema de Gestão	45
3.2 Desenvolvimento	50

4 Resultados e Discussão	67
4.1 Sub-sistema: Saúde, Segurança e Meio Ambiente	67
4.2 Sub-sistema: Pessoas	69
4.3 Sub-sistema: Financeiro	72
4.4 Sub-sistema: Clientes	72
4.5 Sub-sistema: Manufatura	75
5 Conclusões e Sugestões para próximos trabalhos	79
Referências Bibliográficas	82
Anexos	86

## **Lista de Figuras**

1.0.0	A formação de dados com valor agregado gerenciados por um Sistema	6
2.1.0	Diagrama de Venn	13
2.2.0	Forma Clássica de Representar uma Organização	20
2.2.1	Representação de uma Organização com uma Visão Sistêmica	21
2.3.0	Os Tipos de Recompensas segundo Adizes	23
2.3.1	Ciclo de Shewhart	30
2.3.2	Elevação Contínua do Conhecimento	31
3.2.0	Política da Qualidade da Alcoa	55
3.2.1	Valores da Alcoa	56
3.2.2	Visão da Alcoa	62
4.1.0	Gráfico do Desempenho de Potenciais no Laboratório Central	69

## **Lista de Tabelas**

2.2.0	Comparação entre Visão Clássica e a Visão Sistêmica	22
2.3.0	Mudança da Cultura Organizacional	28
3.1.0	Significado do 5 S	47
3.2.0	Principais Processos Internos do Laboratório Central	59
3.2.1	Estrutura de Documentação do Sistema do DPO do Laboratório	60
3.2.2	Plano Anual de Ações para Gestão do DPO	60
3.2.3	Estrutura de Indicadores do DPO	64
4.1.0	Resultados Obtidos em SSMA para o Laboratório Central	68
4.2.0	Resultados do Sub-sistema Pessoas para o Laboratório Central	70
4.3.0	Resultados do Sub-sistema Financeiro para o Laboratório Central	72
4.4.0	Resultados do Sub-sistema Clientes para o Laboratório Central	74
4.5.0	Indicadores do Sub-sistema Manufatura do Laboratório Central	75
4.5.1	Resultados do Sub-sistema Manufatura para o Laboratório Central	76

## **Nomenclatura**

### *Abreviações*

- ABS** – Alcoa Business System (Sistema Alcoa de Qualidade)
- ALCOA** – Aluminum Company of America
- ATC/USA** – Alcoa Technical Center localizado nos Estados Unidos
- DNV** – Det Norske Veritas
- DPO** – Desdobramento do Plano Operacional
- ELLAB** – Equipe Líder do Laboratório
- EMQ** – Equipe de Melhoria da Qualidade
- IPT** – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- ISO** – International Organization for Standardizing
- LIC** – Limite Inferior de Controle
- LSC** – Limite Superior de Controle
- MG** – Minas Gerais
- Re\$** - Recompensa extrínseca econômica
- Renp** – Recompensa extrínseca não-pecuniária
- Rim** – Recompensa intrínseca por missão
- Rip** – Recompensa intrínseca por poder
- Rit** – Recompensa intrínseca por tarefa
- ROI** – Retorno sobre o Investimento

**R&D AWA** – Research & Development da Alcoa World Alumina da Austrália

**PCS** – Processo Comportamental de Segurança

**SGA** - Smelting Grade Alumina

**SSMA** - Saúde, Segurança e Meio Ambiente

**TFI-R** – Taxa de Frequência de Incidentes Registráveis

.....

*Siglas*

**BS 8800** – Norma técnica britânica de Gestão em Segurança e Saúde Laboral

**ISO 9002** – Norma técnica de Gestão de Sistemas de Qualidade

**OSHAS 18001** - Norma técnica de Gestão em Segurança e Saúde Ocupacional

**PDSA** ou **PDCA** – Ciclo de Shewhart

**PNQ** – Prêmio Nacional da Qualidade

**X – R** – carta de controle de média e amplitude

# Capítulo 1

## Introdução

O comércio internacional no período de 1990 a 2000 movimentou anualmente aproximadamente 21 milhões de toneladas de alumínio, o equivalente a 31 bilhões de dólares anualmente, segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira do Alumínio (2001). Todos os valores transacionados foram baseados em análises (físicas e químicas) realizadas sobre amostras.

A indústria do alumínio apresenta vários processos produtivos intermediários, em geral interdependentes, os quais neste trabalho serão denominados somente como "processos". Os processos são controlados e melhorados para a obtenção de melhores produtos com menor custo. O controle destes processos em uma indústria como a do alumínio é realizada, normalmente por uma equipe de especialistas, também é baseado em análises físico-químicas de amostras retiradas destes processos.

Estas análises físico-químicas são obtidas através de sistemas de medição, os quais são os dispositivos que a indústria dispõe para avaliar e controlar os seus processos. As análises físico-químicas são dados gerados em laboratório químico para proporcionar ações no gerenciamento do processo e tem enorme importância na qualidade do produto.

A qualidade do produto final, o alumínio, é consequência de um bom controle de processo, que somente é possível utilizando dados confiáveis. A escolha dos parâmetros de processo, bem como, das análises químicas relacionadas, exerce papel fundamental na manufatura do produto final. A complexidade dos vários processos interdependentes na indústria leva ao aparecimento de muitos parâmetros de controle, que em consequência, geram muitos análises de laboratório.

Para exemplificar o assunto abordado, considera-se as informações obtidas na Fábrica de Alumínio de Poços de Caldas/MG, onde este trabalho foi desenvolvido. Levando-se em conta somente os dados de laboratório gerados para a unidade fabril, tem-se a geração de aproximadamente 120.000 dados por mês (obs.: a unidade fabril da Alcoa em Poços de Caldas é uma das menores da empresa no planeta \_ produção de 90.000 ton. Al/ano).

Portanto torna-se fundamental a gestão das análises químicas dentro de um laboratório. Também dentro do Laboratório há a necessidade do discernimento real do que as análises significam, para evitar o uso inadequado das mesmas em razão de suas mudanças e alterações em função do tempo num processo produtivo. Somente com conhecimento é possível obter e utilizar estes dados racionalmente. Esta situação pode ser resumida na frase de Daniel Boorstin (Wheeler: 1993), “Informação (neste caso, dados de análises físico-químicas) é aleatória e diversa, enquanto que conhecimento é organizado e cumulativo”. Antes que os números possam ser úteis, estes precisam ser avaliados, interpretados, e assimilados, conforme sua natureza. Em resumo, os dados precisam ser compreendidos antes de se tornarem úteis.

O processo de compreensão dos dados, como já enfatizado, permeia o produto final, bem como, tem intrínseca relação com o processo de geração do dado ou da análise físico-química. O entendimento por parte do técnico químico, pessoa responsável pela geração do dado, com o seu uso (neste caso, aplicado a indústria do alumínio), agrega valor a análise do laboratório. Isto é, o Laboratório químico, desde que seus gestores (técnicos químicos e químicos) compartilhem conhecimentos de causa e efeito com os parâmetros do processo produtivo aos quais estas análises físico-químicas se relacionam, os gestores do laboratório podem entender e agir de maneira a melhorar a qualidade destes dados dentro do laboratório. Uma das ferramentas para este entendimento de dados de um processo qualquer (seja de produção industrial ou de um sistema de medição) é saber utilizar o pensamento estatístico, conforme menciona Wheeler (1993).

Para entender o pensamento estatístico, inicialmente deve-se saber que os dados têm uma particularidade que consiste em variar. O processo de compreensão de todo e qualquer dado necessita que utilizemos ferramentas para entender o que é ‘resultado’ e o que ‘não é resultado’.

Os ‘não resultados’ serão aqui conceituados como ‘ruídos’, que são todos números extraídos de um processo (industrial ou de medição) que não agregam valor e que nenhuma decisão deve ser tomada por suas ocorrências. Segundo Petenate (2000) , ações sobre ruídos, em geral, levam a elevação da variabilidade do processo. Uma abordagem mais profunda sobre ‘ruído’ será apresentada no capítulo 2.

Para se obter dados de um determinado processo (industrial ou de medição), que possibilite gerar resultados úteis para a tomada de decisões eficazes, deve-se utilizar ferramentas estatísticas de modo a compreender e obter amostras. Porém, antes de tudo, é preciso garantir que a amostra ou amostras que serão usadas sejam obtidas de forma adequada. Se erros forem cometidos no momento de selecionar os elementos da amostra, o trabalho todo ficará comprometido e os resultados finais serão provavelmente incorretos. Deve-se, portanto, tomar especial cuidado quanto aos critérios que serão usados na seleção da amostra, i.e., com a amostragem.

Uma boa amostragem garante que a amostra seja representativa da população. Isso significa que a amostra deve possuir as mesmas características básicas da população, no que diz respeito a variável que deseja-se obter informações, a pesar da aleatoriedade sempre presente, em maior ou menor grau, no processo de amostragem.

Uma vez obtidas amostras representativas, estas são encaminhadas para análise. A análise físico-química compreende o equipamento ou ferramenta utilizada para realizar a determinação, o procedimento operacional, incluindo aqui a contribuição do técnico químico, os cálculos envolvidos e as técnicas de preparação.

A avaliação da qualidade da medição é fundamental para a prática gerencial. Segundo o Dr. William Edwards Deming (Werkema: 1999), “o que se registra ao final de uma determinada operação de medição é o último produto de uma longa série de operações, desde a matéria-prima até a operação de medição propriamente dita. A medição é, pois, a parte final deste processo. Assim, do mesmo modo como é vital controlar (gerenciar) estatisticamente as outras partes deste processo industrial, é também vital controlar estatisticamente o processo de medição, caso contrário, não há medida que tenha significado comunicável”. Estas palavras de Deming mostram

a importância do conhecimento e do uso sistemático, por parte das empresas, das técnicas estatísticas para a avaliação de sistemas de medição.

A avaliação da qualidade de medição é feita através da caracterização da variabilidade da medida, na qual se compara a tolerância com a variabilidade do processo a ser medido, de modo a garantir que o sinal do processo não seja afetado significativamente pelo ruído (não resultado) ou erro de medida.

A área da química que estuda os sistemas de medição e suas conseqüências é a química analítica, na qual a regra é garantir informações exatas e confiáveis, pois delas dependem o desenvolvimento e a manufatura de produtos, como a alumina e o alumínio. Os dados analíticos suportam os estudos de engenharia, monitoram a estabilidade dos processos de produção, bem como, testam a qualidade do produto, liberando-os para clientes.

É evidente a importância da qualidade da medida analítica para que ela realmente traduza a real situação do processo industrial em informações necessárias a um gerenciamento adequado do mesmo. Segundo Bohn (1994) é de vital importância o conhecimento da estrutura organizacional que determina o desempenho de qualquer processo e portanto, também de um processo de medição. “O estudo de como administrar o conhecimento está ainda na infância”, relata Bohn (1994), que consegue mostrar através de exemplos ocorridos nos Estados Unidos que a automação sem conhecimento adequado leva ao desastre e que deve-se gerenciar o conhecimento na direção de estruturar um sistema organizado para uma contínua aprendizagem, seja dentro da área industrial ou mesmo, dentro de um laboratório, que nada mais é, que uma “fábrica de produção de análises químicas”, também com seus sub-processos.

Francis Bacon (Bohn: 1994) comenta que “conhecimento é poder”, pois cada vez mais as empresas se tornam mais iguais umas das outras, necessitando que a diferenciação ocorra através das pessoas, isto é, de cada funcionário ou colaborador da organização.

A passagem da era industrial para a era da informação, tornou o conhecimento cada vez mais, uma força “escondida” e “pouco explorada” por onde com certeza, passam o sucesso

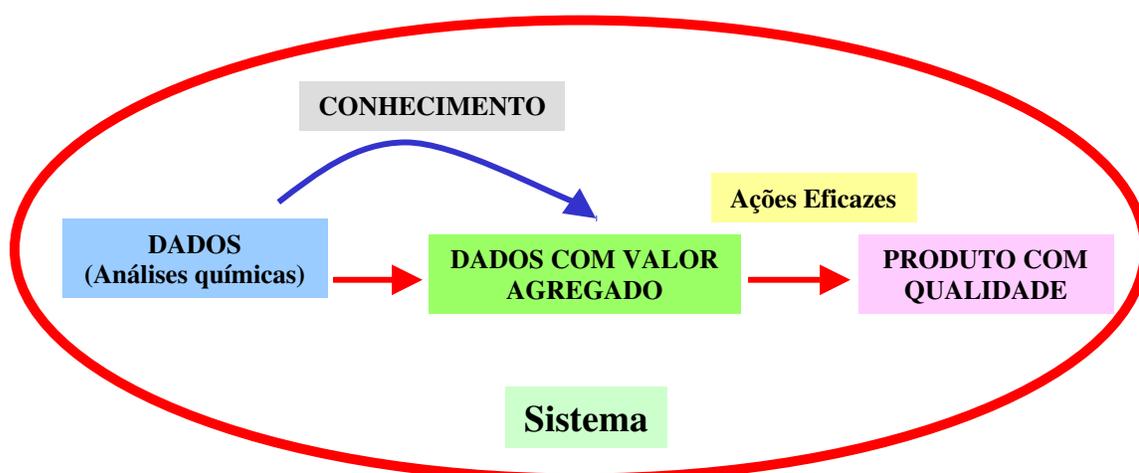
competitivo de empresas e nações. Segundo Nonaka (Bohn: 1994): “em uma economia a única certeza que temos é a incerteza, e a única vantagem competitiva durável é o conhecimento”.

O conceito de ‘conhecimento’ neste trabalho compreende o saber e as competências necessárias sobre determinado assunto, obtido em geral por experiência passada. ‘Dado’ é definido por Ferreira (1995) como ‘elemento ou quantidade conhecida, que serve de base para a resolução de um problema’. Entretanto nem sempre tem-se um “dado” gerado em um Laboratório, que realmente represente uma base para a resolução de um problema. Isto é, se o "dado" está errado, este não representa uma base para nenhuma solução. E como resolver este novo problema? A resposta a esta pergunta é a proposta desta dissertação, que consiste em elaborar um Sistema, o qual utilize os “conhecimentos” dos técnicos químicos envolvidos no processo de geração do “dado” (análise físico-química), de modo que este “dado” realmente seja um elemento base para a resolução de um problema e possibilite a tomada de ações eficazes na área industrial.

Pode-se observar que um dado pode ser facilmente guardado, detalhado e até manipulado, ao contrário do conhecimento, um bem importante, porém simples, cuja intangibilidade torna difícil um gerenciamento sistematizado, porém não impossível.

A dificuldade para a administração do conhecimento exercido nos processos de medições pode ser contornada pelo envolvimento dos técnicos químicos em um SISTEMA em que suas ações sejam traduzidas em resultados para a organização que os sustentam. A interação dos técnicos químicos que compõem os Processos de Medições com seus conhecimentos tácitos e suas capacidades e habilidades colaborativas potencializam os dados, agregando valor a estes, tornando-os capazes de melhorar a eficácia industrial. A idéia base discutida acima é esboçada na Figura 1.0.0.

Figura 1.0.0. A formação de dados com valor agregado gerenciados por um Sistema.



Neste ambiente da era da informação, Kaplan & Norton (1997) definem que, para assegurar o sucesso competitivo, tanto as empresas do setor de produção quanto as do setor de serviços devem ter a capacidade de mobilizar e explorar seus ativos intangíveis ou invisíveis, pois esta capacidade tornou-se muito mais decisiva do que investir e gerenciar ativos físicos tangíveis.

A aplicação dos Indicadores de Desempenho no gerenciamento do Sistema de Medição mostra-se como ferramenta extremamente útil para a difícil tarefa de sistematizar os bens tangíveis e intangíveis inerentes a todo e qualquer processo que envolva pessoas, direcionando um foco para a obtenção de resultados conclusivos e expressivos. Segundo Künzi (2000) , “um sistema é eficiente e eficaz quando todos trabalham para um objetivo comum”.

Em resumo este trabalho teve como objetivo propor um sistema para gestão de um laboratório através da ferramenta de medidas de desempenho baseado na filosofia de Deming, para garantir a geração de análises químicas confiáveis para uma tomada de decisão eficaz, para a produção de um produto (alumínio) de boa qualidade e a menor custo, e conseqüentemente, mais competitivo.

## **1.1 Objetivos**

Desenvolver um sistema gerencial para o Laboratório Central, baseado na filosofia de Deming, incorporando dimensões alicerçadas nos valores e objetivos da empresa, para a geração de dados com valor agregado para a tomada de decisões eficazes em um ambiente industrial.

Apresentar um estudo de caso da aplicação deste Sistema de Gestão na Fábrica de Alumínio da Alcoa Alumínio S/A, no âmbito de seus programas de melhoria contínua e inovação.

Abrir uma temática nova na Alcoa Mundial para gestão de Laboratórios Industriais.

## **1.2 Delimitação da Dissertação**

No propósito dessa dissertação está excluído o desdobramento e aprofundamento em temas como: amostragem ou análises químicas, bem como outros assuntos abordados neste trabalho, como o Sistema Alcoa de Qualidade, o Controle Estatístico de Processo e o Programa 5 S.

## **1.3 Organização da Dissertação**

Esta dissertação apresenta o Capítulo 1 com uma introdução que tem como objetivo dar uma visão geral e situar a proposta deste trabalho.

O Capítulo 2 é exclusivamente dedicado à fundamentação teórica do Sistema proposto. Há uma breve discussão sobre a Teoria Geral de Sistemas, baseada em aspectos da importância para a qualidade. Também são abordados os conceitos de mudanças, variabilidade, conhecimento, além do ser humano, parte fundamental responsável pela ação do sistema proposto neste trabalho.

O Capítulo 3 aborda a estrutura do Sistema Gerencial proposto, baseado na metodologia do Balanced Scorecard (Medidas de Desempenho). São conceituados tópicos informativos para o desenvolvimento do sistema proposto, como a amostragem e as análises químicas em laboratório, e as ferramentas que auxiliam e suportam o sistema proposto, que foram o Sistema Alcoa de Qualidade (Alcoa Business System), o Programa 5 S, e o Controle Estatístico de Processo.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e uma discussão do estudo de caso da aplicação deste Sistema de Gestão na Fábrica de Alumínio da Alcoa Alumínio S/A. Os indicadores foram analisados em relação as metas propostas. Finalizando esta dissertação segue as Conclusões (Capítulo 5), Referências Bibliográficas (Capítulo 6) e os ANEXOS.

## **Capítulo 2**

### **Revisão da Literatura**

Visando fornecer a fundamentação teórica para o Sistema proposto, este capítulo apresenta e discute a literatura de interesse. A partir das discussões de conceitos relacionados a qualidade, como mudança, conhecimento e ser humano, dentre outros temas, mostra a relação lógica destes tópicos com o Sistema proposto. Por fim fornece também uma breve revisão dos assuntos de interesse sobre a Teoria de Sistema.

#### **2.1 Filosofia de Deming**

Deming (Künzi: 2000) sintetizou a função gerencial da qualidade como sendo a "Constância de Finalidade", a "Melhoria Constante" e o "Conhecimento Profundo" das atividades relevantes para o bom desempenho estratégico da empresa. Esses três enfoques caracterizam a Filosofia de Deming, a qual sintetiza os seus 14 pontos para a Gestão da Qualidade Total, sendo a sua filosofia a base da estrutura do Sistema proposto neste trabalho.

Segundo Deming (Scherkenback: 1993), os melhores esforços para melhorar a qualidade e a produtividade não bastam. Os melhores esforços constituem um elemento essencial. Infelizmente os melhores esforços tomados isoladamente, cada um avançando em múltiplas direções sem a devida orientação baseada em princípios, têm por consequência a dispersão de conhecimento e de esforços e resultados muito aquém do desejável. Não há nada que substitua o trabalho em equipe e bons líderes de equipe para atingir uma consistência nos esforços, juntamente com conhecimento.

A necessidade de uma empresa definir claramente a sua finalidade, isto é, por que a mesma existe, e trabalhar dentro desta finalidade observando o presente e principalmente o futuro, é o que podemos descrever como "a constância de finalidades" ou "constância de propósito".

Num discurso tutorial de 1986, apresentado num encontro realizado na Austrália pelo The Institute of Management Science (TIMS) e pela Operations Research Society of America (ORSA), Deming (Mann: 1992) falou sobre a falta de constância de finalidades: "Os maiores problemas que a maioria das empresas do mundo ocidental enfrenta não é seus concorrentes, nem os japoneses. Os maiores problemas são *autocriados*, com origem em casa, pela administração que está *fora de curso* no mundo competitivo de hoje".

A filosofia de Deming dá destaque a *melhoria contínua*, variando desde uma grande melhoria até a melhoria no estilo Kaizen. A grande melhoria tem sua responsabilidade ligada a alta administração e em geral exigem estudos estratégicos e investimentos volumosos. Enquanto que as melhorias no estilo Kaizen, constituem em melhorias realizadas pelo trabalhador individualmente e/ou em equipe.

Solucionar problemas, reduzir desperdícios ou eliminar defeitos não torna uma empresa ou setor, mais competitiva, segundo Deming (Sherkenback: 1993). Há necessidade de ir além dos problemas e procurar oportunidades para uma melhoria contínua. Portanto urge que toda a organização contribua para uma melhoria contínua de seus produtos e serviços, sem perder a constância de sua finalidade.

A terceira crença da filosofia Deming se baseia no "Conhecimento Profundo", isto é, na capacidade do trabalhador saber o que faz, para poder interpretar números (dados) que chegam até ele, de maneira que ações corretas possam ser tomadas por ele.

Conhecimento é uma teoria que se aplica no decorrer do tempo, enquanto que experiência é um acontecimento físico, lógico ou emocional, que nos envolve diretamente. Conhecimentos de experiências físicas, lógicas e emocionais exigem a participação de experiências futuras ou a lembrança de experiências passadas. O conhecimento pode ser empírico, na medida em que não

chega a ser completamente verificado: está sempre dependendo do teste da próxima experiência e é limitado pelo tempo e pelo espaço. O conhecimento também pode ser conceitual, na medida em que não depende de verificação empírica para a sua utilização. Os teoremas matemáticos geométricos e a lógica são exemplos de conhecimento conceitual. A sabedoria é a aplicação do conhecimento através da filosofia. O ponto de vista confucionista sobre a sabedoria é a correspondência das palavras com a ação. Uma pessoa que fale muito e que aja pouco, tem pouca sabedoria. Da mesma forma, uma pessoa que fale pouco e aja muito, tem pouca sabedoria. Para Deming, as exigências e necessidades do cliente deve combinar com o resultado que o processo apresenta, para que haja grande sabedoria, e por esta razão a terceira crença de Deming também é denominada o "Saber Profundo".

O controle da qualidade é proposto por Deming como o conjunto de atividades usado pelas forças operantes como base para atender as necessidades e exigências dos clientes. E como desenvolver este conjunto de atividades ? Primeiramente entendendo os conceitos de mudança, variabilidade, conhecimento, visão sistêmica, ser humano e o que seja um método para melhoria contínua, como o ciclo PDSA.

## **Mudança**

Poderiam ser citados inúmeros exemplos de tentativas de implantação de metodologias (ou sistemas) e novas formas de trabalhar que foram anunciadas como a solução de boa parte dos problemas das empresas e que terminaram por frustrar as expectativas dos envolvidos. Um exemplo típico que pode ser lembrado é a utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP), que na década de 80 recebeu grande atenção das empresas brasileiras. Na ocasião, as indústrias montadoras de veículos começaram a exigir dos seus fornecedores a implantação dessa metodologia. Seus fornecedores, por sua vez, além de adotarem as cartas de controle como instrumento de trabalho, repassaram as exigências aos seus próprios fornecedores, e assim por diante. Qualquer pessoa que tenha estudado o assunto a fundo, e trabalhado com essa atividade, reconhece o valor inegável do Controle Estatístico de Processo como um recurso para aumentar o conhecimento a respeito dos processos e melhorar o desempenho dos mesmos. Porém, é

igualmente inegável que os resultados obtidos, a menos de poucas exceções, ficaram muito aquém do esperado.

Outro exemplo marcante foi o emprego das Equipes de Melhoria de Qualidade (EMQ) na Alcoa, na unidade de Poços de Caldas/MG. Muito esforço foi realizado a respeito, muitas pessoas envolvidas, e, da mesma forma, o resultado que permaneceu não ficou à altura das expectativas iniciais. Apesar disso, é impossível deixar de reconhecer as vantagens intrínsecas que as EMQ's ofereceram, no que se refere ao envolvimento das pessoas na solução dos problemas da empresa.

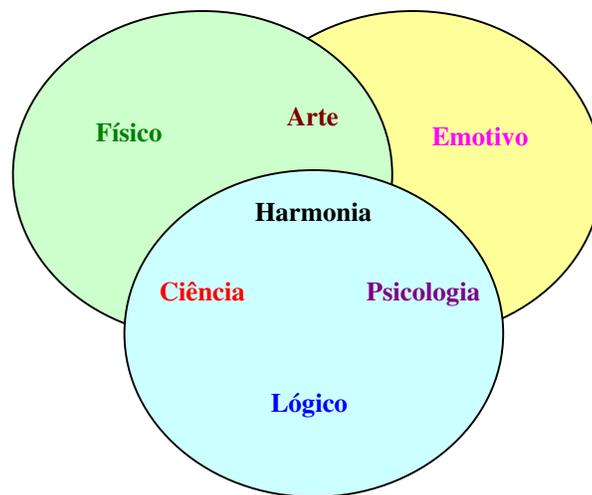
Poderiam ser citados inúmeros outros exemplos de iniciativas semelhantes, realizadas a partir da tentativa de implantar metodologias que deram resultado em outras circunstâncias, ou que acabaram fracassando. Coloca-se então uma importante pergunta: o que deu errado ? Por que é tão difícil introduzir formas de trabalhar que possam ser realmente incorporadas à cultura de uma organização ? O que deve ser feito para aumentar as chances de que uma mudança desejada realmente aconteça ?

Scherkenback (1993) propõe uma argumentação baseada na anatomia do cérebro humano para dar maiores subsídios sobre como obter mudanças nas pessoas. Scherkenback afirma que o cérebro humano é composto do complexo R, do sistema límbico e do neocórtex, “cada uma das três porções do cérebro humano tem funções específicas, ligadas umas às outras. O objetivo do complexo R é regular as funções corporais físicas, como metabolismo, digestão, respiração e outras. O objetivo do sistema límbico é emocional: alegria, medo, terror, prazer, empatia e regulação hormonal. O objetivo do neocórtex é a cognitiva ou lógica.”

Segundo Scherkenback (1993), se o objetivo é modificar as pessoas, deve-se procurar afetar todos os três segmentos do cérebro: físico, emocional e lógico; “o leitor que já foi escoteiro se lembrará do juramento dos escoteiros: ... forte fisicamente, alerta mentalmente, correto moralmente”. No oriente, Scherkenback comenta que Confúcio descreveu o lugar para o conhecimento, como sendo a força de vontade e das ações.

Scherkenback (1993) propõe ainda que as relações entre os aspectos físico, lógico e emocional sejam representados pelo Diagrama de Venn interseccional (Figura 2.1.0). “Três interseções são evidentes. A psicologia é a combinação da emoção (alma) e da lógica. A arte é a combinação do físico e do emotivo. E a ciência é a combinação do físico e da lógica.” Scherkenback sugere que a interação de todos os três aspectos seja a harmonia. “É um equilíbrio que difere em cada pessoa, e que resulta, porém, em um produto final maior do que a soma de suas partes”.

Figura 2.1.0 Diagrama de Venn:



Qual é a relação entre os conceitos propostos por Scherkenback e o objetivo dessa dissertação ? Com raríssimas exceções, todas as organizações que se propõem a executar projetos de mudanças se limitam a ações voltadas para as metodologias, que impactam, portanto, somente os aspectos físicos. O caso da implantação das EMQ's é típico, pretende-se que a simples utilização de equipes específicas para melhoria de processos resolva uma série de problemas que dependem de diversos elementos para serem resolvidos. Porém, qual a utilidade das equipes de melhoria, se a média gerência ainda não consegue realmente reconhecer a validade da contribuição dos funcionários do chão de fábrica ?

A proposta é demonstrar as vantagens de adotar ações que contemplem, juntamente com os aspectos físicos (metodologias, formas de trabalhar, ambiente físico), os aspectos lógicos (conceitos, o que está por trás da utilização das diversas ferramentas) e os aspectos emocionais

(ambiente de trabalho, relação entre as pessoas, cultura organizacional). Scherkenback (1993) afirma que esses três elementos apresentam “interações e sobreposições dinâmicas que podem acontecer de maneira previsível, e para as quais métodos (sistemas) ou estratégias de mudanças devem ser desenvolvidos”.

## **Variabilidade**

Deming (1990) cita Loyd S. Nelson ao declarar que “o problema central na administração e na liderança é o não entendimento das informações contidas na variabilidade”. O que Deming e Nelson pretendem transmitir com essa afirmação? Quais são as informações contidas na variabilidade?

O próprio Deming (1990) apresenta a resposta à pergunta acima, apoiando-se em Walter Shewhart, quando parte do princípio de que tudo varia na natureza e se vale da classificação das causas de variação em dois tipos, adotada por Shewhart: as causas comuns e as causas especiais. **Causas comuns** são as causas intrínsecas ao processo, as quais também podem ser denominadas como “ruído”. Causas comuns são sempre de muitas origens e são repetitivas. **Causas especiais** são aquelas que ocorrem de forma esporádica, e que não se pode prever quando é que irão acontecer.

Para ilustrar o assunto, podemos utilizar o seguinte exemplo: suponha que uma pessoa tenha o hábito de, a cada vez que enche o tanque de gasolina de seu automóvel, calcular o consumo do período anterior, dividindo o número de quilômetros percorridos pelo número de litros de gasolina consumidos no período. Suponha também que, habitualmente, o consumo encontrado oscile por volta de 12,9 Km/L. O proprietário do veículo está acostumado a encontrar valores em torno de 12,9 Km/L, portanto se ele obtiver 12,5 Km/L, não vai considerar anormal. O mesmo acontecerá se encontrar, por exemplo, 13,7 Km/L ou 12,3 Km/L. Esta variação natural deste processo é definido por Petenate (2000) como “ruído”.

Note, portanto, que é esperado valores **variáveis** dentro de uma faixa conhecida. No exemplo acima, talvez a faixa que vai de 12,3 a 13,7 Km/L seja uma faixa que o proprietário

considere normal, com base na sua experiência com o veículo. Por outro lado, se o motorista encontrar 8,3 Km/L, suspeitará que algo está errado. Talvez seja a hora de levar o carro a um mecânico. Caso encontre 15,9 Km/L, provavelmente suspeitará que cometeu algum erro de cálculo, ou que o veículo não operou de uma maneira comum, por exemplo, foi feita uma viagem longa e houve o cálculo somente deste consumo de gasolina em estrada, não sendo considerado o consumo em cidade no qual os valores são mais baixos.

Conclui-se que, na realidade, as pessoas já possuem, intuitivamente, algum conhecimento de variabilidade, no qual, é considerada normal uma certa variabilidade e anormal uma variabilidade maior. O que Shewhart propõe é que, no primeiro caso, o processo está sujeito somente às causas **comuns** de variação, ou seja, as variações intrínsecas ao processo, ou, ao ruído natural. É sabido que o consumo de combustível de um veículo pode variar em função das condições de tráfego, pressão dos pneus, temperatura do ar, qualidade da gasolina utilizada, dentre outros. Todos esses parâmetros variam sempre, resultando um consumo diferente a cada momento.

O resultado de um processo sujeito a causas comuns de variação é previsível, ou seja, conhecendo o histórico do mesmo, sabe-se qual a faixa de variação do resultado. Neste exemplo, pode-se prever um consumo variável de 12,3 a 13,7 Km/L. Por outro lado, pode acontecer que um processo apresente uma causa **especial** de variação. Se, por uma razão qualquer, um cabo de vela apresentar algum tipo de problema, o motor do veículo irá operar com um pistão a menos, acarretando sensível perda de rendimento, e um consumo significativamente maior.

A importância de se conhecer esses conceitos reside no fato da ação ser diferente em cada caso. O motorista que, a cada vez que o consumo cair de 12,9 para 12,3 Km/L, acreditar que está com problema mecânico, e levar seu veículo a uma oficina para regulagem, estará provocando interferência nociva ao processo. Da mesma forma, o motorista que, ao encontrar um consumo de 8,3 Km/L e não fizer nada por acreditar que se trata de uma variação normal, estará perdendo uma oportunidade de melhorar o desempenho de seu automóvel.

Deming considera duas fontes potenciais de perda devido a confusão entre causas comuns e causas especiais de variação, quando não se conhece variabilidade:

- 1) Atribuir uma variação ou um erro a uma causa especial, quando de fato, a causa pertence ao sistema (causa comum).
- 2) Atribuir uma variação ou um erro ao sistema (causa comum), quando na realidade, a causa é especial.

Tudo o que foi analisado até aqui, utilizando um exemplo mecânico (consumo de combustível) pode ser adaptado sem alterações para qualquer tipo de processo, inclusive administrativos. Muitos problemas podem ser provocados por um supervisor ou gerente que não conhece variabilidade e que premia ou pune funcionários em função de resultados, sem uma análise cuidadosa das causas de variação.

## **Conhecimento**

Deming (1990) afirma que “não existe conhecimento sem teoria. Uma teoria é um modelo mental que implica em uma explicação dos eventos passados e uma **previsão** de eventos futuros”. Esse conceito é de fundamental importância para as organizações que estejam se propondo a executar mudanças em suas formas de trabalhar.

Qualquer atividade que se pretenda fazer, por mais simples que seja, requer a existência de um modelo mental. O simples ato de caminhar requer da pessoa que caminha uma previsão a respeito da distância a ser percorrida, do tipo de solo (se é firme ou fofo, se é escorregadio ou não, dentre outros). Qualquer pessoa que tenha passado pela experiência de ser surpreendida por um rebaixo ou ressalto inesperado no terreno ao caminhar, percebe que, quando estava caminhando estava adotando, ainda que inconscientemente, o modelo que o solo ao percorrer era plano. Portanto, todo experimento pressupõe uma previsão. A cada vez que se realiza o experimento, e que a previsão se confirma, a crença na previsão adotada aumenta. Nota-se, portanto, que os modelos mentais são extremamente úteis para o ser humano, pois permitem que se construam teorias a partir das observações, e possibilitam que se façam previsões.

Por outro lado, os modelos mentais também têm seu lado negativo. Kuhn (1987) destaca o quanto os modelos mentais, ou paradigmas, atuam como “filtros” na forma como o mundo é visto. Em outras palavras, quanto maior é a crença em um dado modelo, isto é, quanto mais forte é o

paradigma, mais difícil torna-se enxergar alguma coisa que não se encaixa no paradigma vigente. Exemplos clássicos da força dos paradigmas como bloqueadores para novas formas de enxergar o mundo são a Teoria da Terra Plana, a da Terra como Centro do Universo e a Física Newtoniana. Quando essas teorias foram apresentadas a comunidade científica da época, houve muita resistência em aceitá-las, devido aos paradigmas vigentes na ocasião.

O entendimento sobre a força dos paradigmas é fundamental quando se pretende fazer mudanças em uma organização. E, quanto mais profunda a história de sucesso da organização, mais difícil é para os dirigentes enxergar novas formas de trabalhar, novas formas de se organizar. A partir do momento que se compreende esse aspecto, as pessoas se tornam mais receptivas a inovações.

## **2.2 Visão Sistêmica**

Deming (1990) cita seus 14 Princípios para a Transformação da Administração Ocidental baseados no “Saber Profundo”. Este saber ou conhecimento requerido fundamenta-se no entendimento que são as pessoas que compõem as organizações, além das instalações, e estas estão sujeitas a mudanças. Para haver mudança é necessário o entendimento da variabilidade intrínseca do sistema, como já foi visto anteriormente. Somente com conhecimento é possível prever e transformar os dados ou registros, **em dados com valor agregado**, podendo discernir paradigmas, de soluções. Neste contexto, há a necessidade de uma visão sistêmica sobre a empresa para organizá-la e torná-la mais competitiva e produtiva. Entretanto é necessário que aprofundemos um pouco mais nos conceitos de sistemas, para realmente entendermos as reais conseqüências que uma visão sistêmica pode oferecer. Para este aprofundamento desenvolveremos um pouco sobre a Teoria de Sistemas.

### **Teoria de Sistema**

O enfoque analítico, que se caracteriza pela redução de problemas a componentes menores visando facilitar a sua análise, dominou a ciência e conseqüentemente o meio comercial e industrial desde a idade média até o intervalo entre as duas guerras mundiais. Os conceitos e

aplicações agregativas e de sistemas desenvolveram-se rapidamente depois da Segunda Guerra Mundial. Isto, porém, não significou que o enfoque analítico desapareceu, segundo Bio (1985), ao contrário, tornou-se ainda mais poderoso, com o constante desenvolvimento das técnicas e dos instrumentos. A ênfase em combinar os resultados da análise em um *todo* é que mudou radicalmente. Esta ênfase deu origem ao enfoque de sistema (ou sistêmico) que mostrou-se mais adequado para lidar com situações mais complexas, onde os fenômenos devem ser entendidos não só em termos dos seus componentes (enfoque analítico), mas também em termos do conjunto integral das relações existentes entre eles. Bio (1985) cita que a partir da 2ª Guerra Mundial, o enfoque sistêmico é disseminado, através de diversas áreas e várias menções são criadas como: sistemas de defesa, sistemas hidráulicos, sistemas econômicos. As idéias de sistemas tiveram um impacto grande na sociedade, e praticamente afetaram todos os campos do conhecimento humano.

Bio (1985) define sistema como "um conjunto de elementos interdependentes, ou um todo organizado, ou partes que interagem formando um todo unitário e complexo". Bertalanffy (1986) desenvolveu o enfoque sistêmico a partir de estudos de organismos biológicos, os quais são considerados sistemas abertos. O sistema aberto pode ser compreendido como um conjunto de partes em constante interação (o que ressalta um dos aspectos fundamentais da idéia de sistemas: a interdependência das partes), constituindo um todo orientado para determinados fins e em permanente relação de interdependência com o ambiente externo (ou seja, influenciando e sendo influenciado pelo ambiente externo). Segundo Bertalanffy (1986), um sistema é considerado fechado "se nenhum material entra ou deixa-o". Temos como exemplos de sistemas abertos: os sistemas biológicos (o ser humano) e os sociais (a empresa, a sociedade). Exemplos de sistemas fechados são as máquinas, os relógios.

Um sistema pode compor-se, sucessivamente, de sub-sistemas (isto é, conjuntos de partes interdependentes) que se relacionam entre si, compondo o sistema maior. Os sub-sistemas também podem ser denominados componentes. Um exemplo é o sistema de transporte de passageiros de uma cidade, cujos sub-sistemas ou componentes são: ônibus, metrô, ferrovia, dentre outros.

A visão da empresa com enfoque sistêmico, ou mais especificamente, como um sistema aberto ressalta as diversificadas e enormes pressões a que o ambiente submete a empresa. A

empresa como sistema aberto envolve a idéia de que determinados *inputs* (i.e. recursos materiais, humanos e tecnológicos) são introduzidos no sistema e processados, gerando certos *outputs* (i.e. bens ou serviços a serem oferecidos ao mercado).

O objetivo global fundamenta-se como um dos principais pontos abordados em um sistema, sendo este algo lógico para começar o estudo, porque muitos erros podem ser cometidos no pensamento subsequente a respeito do sistema se forem ignorados ou seus verdadeiros propósitos. A importância da correta definição do objetivo global de sistemas organizacionais é difundida por Deming, bem como, por outros autores como Campos (1999), que ressaltam o "Gerenciamento por Diretrizes" (denominado no Japão de 'Hoshin Kanri' ou 'Gerenciamento por Políticas'), que mais usualmente é conhecido por desdobramento dos objetivos estratégicos por toda a organização.

A estrutura de um sistema está na forma como os componentes estão conectados ou, as atividades estão organizadas. O enfoque sistêmico pressupõe o desdobramento do objetivo global em objetivos dos sub-sistemas de níveis inferiores, os quais, por sua vez, estão organizados de acordo com a estrutura que caracteriza o sistema empregado.

Uma forma particular de estrutura para o estudo de sistemas é a hierarquia. Numa estrutura hierárquica, o sistema é visto como sendo constituído de grupos de componentes chamados sub-sistemas.

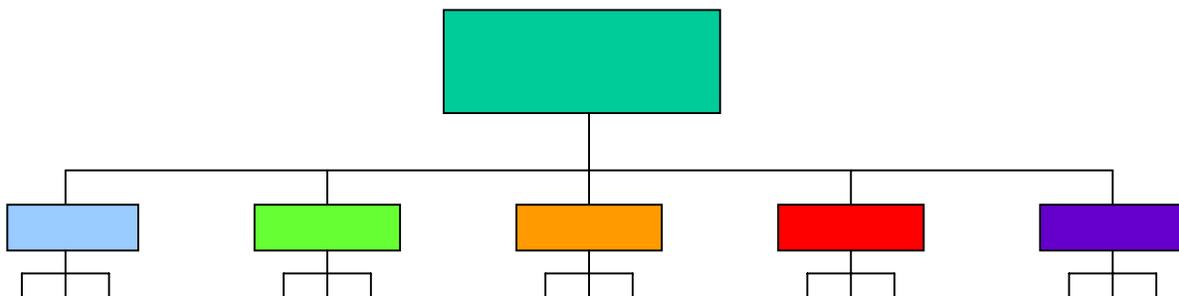
O citado método Hoshin-Kanri, também conhecido como Gerenciamento pelas Diretrizes, é uma boa opção para estruturar o sistema de gestão proposto nesta dissertação. Este método apóia alguns dos aspectos mais importantes relacionados com a operacionalização do Sistema proposto, a saber, medir o sistema como um todo, estabelecer os objetivos centrais do negócio, entender a situação do ambiente da empresa e definir processos que constituem o sistema (suas atividades, metas, medidas de desempenho e ajustes de desempenho através de *feedbacks*).

Neste trabalho estaremos abordando no capítulo 3, o método difundido por Kaplan & Norton (1997), que foi adotado para operacionalizar o Sistema de Gestão proposto, o qual, apresenta características similares ao método Hoshin-Kanri discutido acima.

A partir de uma ótica empresarial, Deming (1990) define um sistema como “uma série de funções ou atividades (subprocessos) que trabalham em conjunto em prol do objetivo do organismo”. Cabe ao administrador otimizar o sistema visto como um todo, e para isso é importante conhecer as inter-relações entre os seus diversos componentes e entre as pessoas que trabalham no sistema. Se isso não ocorrer, certamente irão ocorrer sub-otimizações, que irão gerar perdas. Um bom exemplo citado por Deming (1990) é a orquestra. “Os músicos não estão lá para realizarem solos como prima-donas, visando, cada um deles, atingir o ouvido do público. Eles estão lá para apoiarem-se uns aos outros, e não é necessário que cada um deles seja em sua área o melhor músico, mas sim que o conjunto seja harmônico”.

O principal conceito que Deming pretende passar neste aspecto é o risco da departamentalização, muito frequente nas organizações. Quando se solicita a uma pessoa que represente a empresa onde trabalha, quase sempre se obtém, como resposta, um organograma como representado na Figura 2.2.0.

Figura 2.2.0. Forma Clássica de Representar uma Organização

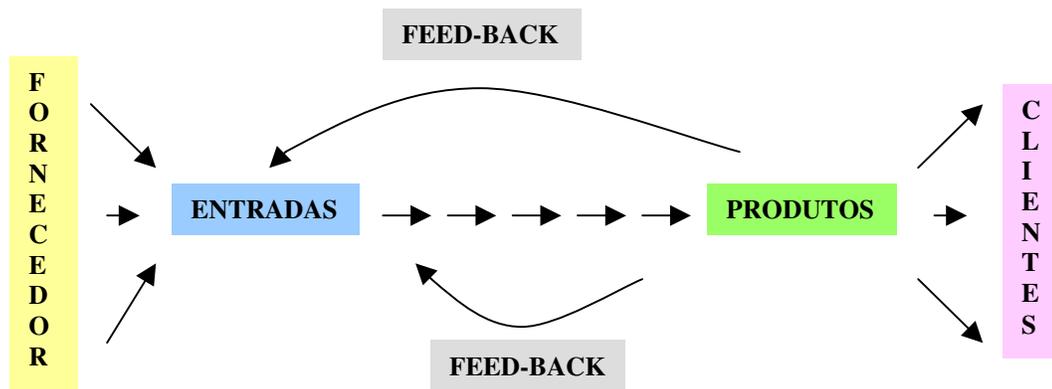


A visualização de uma empresa como um organograma não é ruim em si, mas tem levado, com muita frequência, a sub-otimização a que Deming se refere. Como exemplo, basta apontar qualquer uma das funções representadas no organograma acima e perguntar: ‘para quem trabalha essa pessoa ?’. A resposta mais frequente é algo como ‘trabalha para a pessoa que ocupa a função

acima'. Fica então a pergunta: e onde está o cliente ? Qual a razão de ser da organização, ou seja, do sistema ?

Deming propõe, com o objetivo de estimular a visão sistêmica, que se procure visualizar uma organização de acordo com a Figura 2.2.1. Essa figura transmite uma idéia de que todos fazem parte de um sistema e que todos têm um objetivo comum, o de atender ao cliente final.

Figura 2.2.1. Representação de uma organização com uma visão sistêmica.



Uma comparação entre a visão clássica e a visão sistêmica, enfatizando os riscos de sub-otimização, está apresentada na Tabela 2.2.0.

O entendimento do conceito de Visão Sistêmica, além de contribuir para a redução dos riscos da sub-otimização alerta também para o fato de que, graças a interligação das diversas atividades existentes em uma organização, toda ação executada em uma parte do sistema traz como consequência efeitos em outras áreas.

A forma convencional de se estudar problemas ligados a processos e sistemas é o de dividi-los em partes, estudá-los e tratá-los isoladamente, hoje já não atende a complexidade ditada pela velocidade quase exponencial de mudança que a sociedade experimenta. Portanto, tanto a partilha do todo, como a conexão destas partes em modelos de causa e efeito, já não são suficientes para a solução de problemas sistêmicos complexos.

Tabela 2.2.0. Comparação entre a Visão Clássica e a Visão Sistêmica

<b>Atividades</b>	<b>Visão Clássica</b>	<b>Visão Sistêmica</b>
Conceito fundamental	Ótimo do todo é o igual a soma dos ótimos das partes	Ótimo do todo é muito diferente da soma dos ótimos das partes
Erro humano	O que eu faço de errado é culpa minha, o que você faz de errado é culpa sua	O sistema produz a grande maioria dos nossos erros
Recompensa	Prêmio por resultado pessoal	Participação na performance (curto e longo prazo) da empresa
Crença empresarial	Que vençam os melhores	Que o conjunto vença
Atitude Predominante de um erro	Correção a cada passo	Informação útil para melhorar o sistema
Intervenção dominante	Na pessoa	No sistema
Razão de ser do trabalho	Satisfazer o chefe	Satisfazer o cliente
Planejamento estratégico	Metas de cada departamento	Metas do sistema, desdobradas a cada departamento
Atitude diante dos conflitos	Lutar. Vale a lei do mais forte.	Resolver. Buscar solução ganha/ganha.

A Visão Sistêmica é, essencialmente, um modelo que busca ferramentas para tratar as partes e o todo, numa abordagem integrada e que considera a influência do tempo na dinâmica dos sistemas, além de deixar espaço para integrar eventos futuros que não são previsíveis no ato de qualquer planejamento.

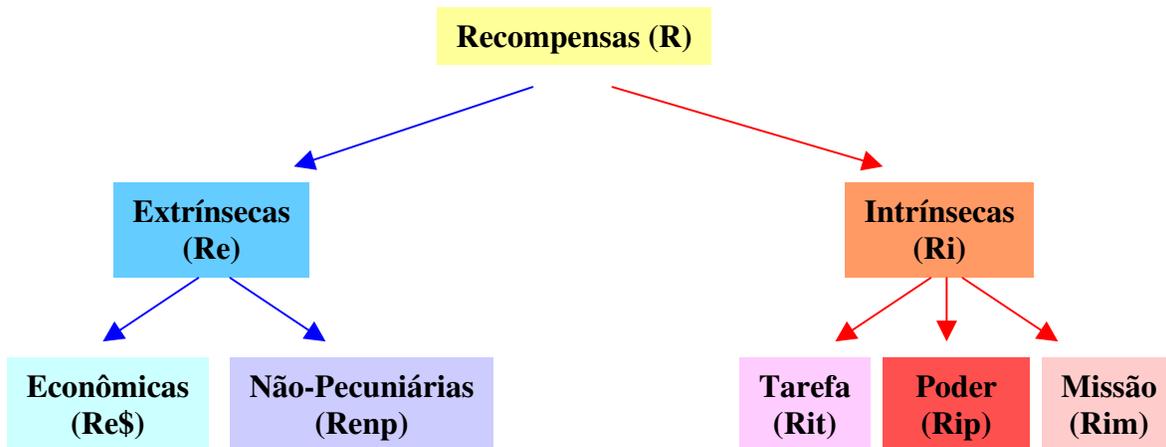
Planejar e realizar com Visão Sistêmica permite considerar que uma decisão não produz somente as consequências desejáveis e previsíveis no momento em que se planeja. Considera que a dinâmica dos sistemas produz muito mais conexões e efeitos do que os métodos convencionais podem prever.

## 2.3 O Ser Humano

Entre os aspectos citados por Deming, merece especial atenção a questão da motivação. Deming (1990) divide a motivação em dois tipos: intrínseca e extrínseca. Adizes (2001) deu importante contribuição a este assunto, ao propor o modelo de recompensas (Figura 2.3.0).

Segundo Adizes (2001), as recompensas extrínsecas são aquelas ligadas a forças externas, e são de dois tipos: as econômicas (**Re\$**) e as não-pecuniárias (**Renp**). As intrínsecas são de três tipos: tarefa (**Rit**), poder (**Rip**) e missão (**Rim**), e independem de qualquer confirmação externa, provindo apenas do trabalho realizado.

Figura 2.3.0. Os Tipos de Recompensas segundo Adizes.



**Re\$** são salários, benefícios, bonificações, participação nos resultados e outros retornos econômicos. Uma pessoa que está sendo movida somente a **Re\$** não precisa executar nenhum tipo específico de tarefa, desde que receba um salário ou uma bonificação que ela considera compatível com o que ela acredita que outros estão recebendo por tarefas comparáveis.

**Renp** são recompensas não-pecuniárias tais como símbolos de status, títulos, honrarias, tamanho e localização da sala, entre outros. Essas recompensas, segundo Adizes (2001), precisam de uma confirmação externa de seu valor. “Uma escrivania com tampo de vidro não tem significado algum nos Estados Unidos, mas na Turquia significa que quem a usa é um executivo de elevada posição e status”. Adizes (2001) afirma que “**Renp** não depende de uma tarefa ou responsabilidade para ser gratificante: basta que seja reconhecida pelos demais. Se alguém recebe o título de vice-presidente e uma vaga especial no estacionamento, mas ninguém ficar sabendo, o próprio segredo elimina a recompensa, pois as recompensas extrínsecas não-pecuniárias (**Renp**) estabelecem uma hierarquia que precisa ser divulgada”.

Por outro lado, as recompensas intrínsecas constituem uma experiência gratificante mesmo que ninguém fique sabendo. De acordo com Adizes (2001), “**Rit** é uma função do quanto a tarefa e a responsabilidade estão de acordo com a personalidade e a constituição psíquica de quem realiza a tarefa”. Manifestações típicas de pessoas que estão obtendo **Rit** em sua atividade profissional são expressões do tipo “Eu gosto do que faço. Trabalho aqui porque gosto do meu trabalho.”

**Rip** é a recompensa obtida por alguém que tem a sensação de ser capaz de fazer alguma coisa, mesmo que a atividade em si não seja de seu agrado. “A possibilidade de fazê-lo é em si gratificante.”

Adizes (2001) define **Rim** como “a recompensa proveniente da sensação de se estar cumprindo uma Missão, de se estar caminhando para atingir uma meta superior à tarefa imediata sendo executada.” (Adizes, 2001, p. 300)

Para esclarecer ainda melhor o significado dessas cinco fontes de recompensa, Adizes discute casos hipotéticos onde somente uma dessas fontes está presente, em detrimento às outras quatro. Qual o tipo de pessoa que executa uma atividade onde sua única fonte de motivação é a missão (**Rim**) ? Imaginando-se alguém com salário baixo, status inexistente, executando uma tarefa que não é necessariamente agradável e que não lhe dê sensação de poder. Provavelmente um missionário se enquadre nessas premissas.

Fazendo o mesmo raciocínio em relação a **Rip**, provavelmente será encontrado o burocrata de alguma repartição pública: pouca remuneração, nenhum reconhecimento não-pecuniário, tarefa repetitiva e desagradável e sem missão. O que lhe resta ? O poder de fazer as pessoas aguardarem na fila, de recusar um formulário porque não está preenchido exatamente como ele deseja.

Quanto a **Rit**, um bom exemplo seria o de um artista que pratica sua arte pelo prazer da obra, mas que não expõe ou publica seus trabalhos.

O caso da **Renp** se aplica a um político de baixo salário, com renda fixa, tarefa estafante e cuja única missão é a de se reeleger. Sobra a ele “o título, o reconhecimento, o nome, o aplauso; em outras palavras, o enaltecimento do ego”. (Adizes, 2001, p. 303-4)

Para finalizar, Adizes (2001) analisa o caso onde somente existe a recompensa extrínseca pecuniária (**Re\$**), “Quem é que faz uma tarefa subserviente, repetitiva, entediante, não possuindo qualquer poder gerencial ? Isto é, quem é posto no olho da rua se ousar levantar a voz ? Quem jamais é reconhecido, sendo visto como um caso perdido, como alguém no fundo do poço ? Quem nada recebe além do seu salário ? Ora, a maioria da nossa sociedade: o trabalhador médio”.

Qual a importância dessa discussão a respeito de motivação e recompensa ? Uma das falhas mais comuns no gerenciamento é provocada pelo desconhecimento a respeito desses mecanismos de recompensa. Deming (1990) afirma que “os administradores que negam a seus empregados dignidade e auto-estima abafarão a motivação intrínseca”. E afirma ainda que “as pessoas nascem com uma inclinação natural para aprender e inovar. Existe um direito inato de se ter prazer pelo trabalho.”

Deming (1990) alerta para as consequências nocivas da ênfase na recompensa extrínseca: “A motivação extrínseca é submissão à forças externas que neutralizam a motivação intrínseca. O pagamento não é um motivador intrínseco. Quando se está submetido a motivação extrínseca, o aprendizado e o prazer de aprender nas escolas são deixados para trás a fim de obter as melhores notas. No trabalho, o prazer de trabalhar, a capacidade de inovar, passam a ser secundários em

relação a obtenção de uma boa avaliação. Quando está sob o domínio da motivação extrínseca, a pessoa é governada por forças externas. Ela tenta proteger o que tem, tenta evitar punições, não tem prazer em aprender”.

Acredita-se que o desconhecimento, por parte da administração, a respeito dessas simples noções de psicologia sobre o ser humano, isto é, sobre as pessoas, leva a posições desmotivadoras. Como forma de compensar a perda da motivação intrínseca, normalmente as empresas recorrem aos elementos externos de recompensa (pecuniários ou não). Nota-se portanto que os fatores extrínsecos de motivação tem pouca eficácia e durabilidade. Um aumento de salário pode atuar a curto prazo como elemento estimulador, mas seu efeito dura pouco tempo. A rigor, as pessoas não precisam ser “motivadas”. O texto de Deming (1990) mostra que as pessoas são intrinsecamente motivadas. O papel da administração é eliminar os fatores que provocam desmotivação.

Outro conceito importante, e cujo desconhecimento vem causando problemas as empresas que estão iniciando processos de mudanças, diz respeito a distinção entre problemas simples e problemas complexos. Podemos definir um problema simples como aquele que tem uma solução lógica, ou melhor, um problema simples tem uma solução sequencial, com uma relação de causa e efeito linear, bem definida. Por outro lado, o problema complexo é não lógico e a abordagem deve ser negociada, pois as causas são sistêmicas.

Será analisada agora qual a implicação desses conceitos em uma organização. Um problema simples, cuja solução é linear, lógica, pode ser resolvido por uma pessoa, ou um conjunto de pessoas, que conhece o assunto. É o tipo de problema a ser resolvido por um especialista, ou por um conjunto de especialistas conhecedores de um determinado tipo de técnica. Não cabe aqui confundir problema simples com problema fácil. Um problema simples pode ser fácil ou difícil, são coisas diferentes. Problemas simples que apresentem alto grau de dificuldade exigirão maior grau de conhecimento no assunto em questão.

Para exemplificar, suponha-se que a instalação elétrica de uma residência esteja apresentando algum defeito, e as lâmpadas de um determinado ambiente não estejam funcionando. É um exemplo típico de problema simples, onde um especialista (por exemplo, um eletricista)

conseguirá, através de raciocínio lógico e verificações na instalação, determinar a causa do problema. Por outro lado, considere o caso de um grupo de pessoas que pretende fazer um jantar de confraternização de fim de ano. Neste caso, há um problema complexo, cuja solução (escolha da data, horário, local, cardápio, e outros) não será obtida através de uma análise lógica. Dependerá da avaliação dos diversos interesses e possibilidades, negociação, dentre outros.

A falta de conhecimento sobre a distinção entre problemas simples e complexos pode levar uma organização a incumbir um grupo de resolver um problema simples ou incumbir uma pessoa (ou um grupo de especialistas monodisciplinares) de resolver um problema complexo, levando a frustração, falta de agilidade e ineficácia.

Fleury & Fleury (1995) definem cultura organizacional como “um conjunto de valores, expressos em elementos simbólicos e em práticas organizacionais, que em sua capacidade de ordenar, atribuir significações, construir a identidade organizacional, tanto agem como elementos de comunicação e consenso, como expressam e instrumentalizam relações de dominação”.

Um primeiro aspecto importante com relação ao ambiente, é o entendimento de que uma cultura organizacional pode ser mudada. Uma organização não é obrigada a conviver indefinidamente com a cultura que possui. Quando se inicia um projeto de mudança, é fundamental diagnosticar de forma adequada as principais características da cultura vigente, bem como as características da cultura que se deseja obter. A cultura de uma organização que busca o aumento da competitividade é caracterizada por diversos aspectos, alguns dos quais estão apresentados na Tabela 2.3.0.

Tabela 2.3.0. Mudança da Cultura Organizacional.

<b>Situação</b>	<b>Cultura Clássica</b>	<b>Cultura “Orgânica”</b>
Motivação	”Motiva” as pessoas	Elimina barreiras e fatores desmotivantes
Competição	Promove a competição entre pessoas e unidades	Promove a colaboração e trabalho em equipe
Estilo de gerenciamento	Processo comandado	Processo participativo
Atitude diante de uma perspectiva de mudança	Vai sobrar para mim ...	Oba! Oportunidade!
Crenças pessoais “Bem” “Mal”	Vencer / Sobressair Falta de ambição	Contribuir / Participar Individualismo
Papel dos grupos	Mostrar-se / Conquistar	Aprender / Contribuir
Informação	Compartilhar se for conveniente	Compartilhar para ajudar a organização
Comunicações	Respeitar os canais estabelecidos	Usar os canais que achar melhor
Conflitos	Entre as pessoas	Entre idéias
Amizade	Não misturar amizade com trabalho	Amizade e trabalho se ajudam
Expressão de sentimentos pessoais	Guardar-se para si	Expressar ajudando voce e a organização
Apoio a realização de tarefas	Não se meta com o que não é seu	Ajudar outros em suas tarefas
Políticas, Normas e Padrões	Definidos pela autoridade. Respeitar se convém, transgredir escondido	Estabelecimento participativo. Respeito e adequação contínuos
Sansões	Do líder – critérios pessoais	Do grupo – desrespeito as normas grupais

O interesse em desenvolver nas organizações a cultura “orgânica”, como Adizes (2001) enuncia, é que uma cultura desse tipo apresenta diversos pré-requisitos para a busca do aumento da competitividade: ambiente mais favorável a inovação, menos medo, as pessoas se sentem mais livres para arriscar e errar, maior aproveitamento das competências, maior confiança mútua, maior alinhamento entre os interesses das pessoas e os da empresa, e maior grau de motivação.

As metodologias são um importante recurso para gerar mudanças nas organizações e que podem de maneira integradas modificar a cultura de uma empresa, aproveitando todos os recursos disponíveis para gerar resultados. Entretanto toda a ferramenta está comprometida com a cultura que a gerou. Isto é, toda ferramenta tenderá a produzir, no ambiente em que está sendo utilizada, uma cultura semelhante à cultura onde foi criada. É desta forma que as metodologias atuam como agentes de mudança.

É importante destacar que quando uma organização com uma dada cultura aplica uma metodologia criada em uma outra cultura, pode haver a tendência de se interpretar a ferramenta dentro da sua própria cultura e, portanto, pode haver a tendência de se enfatizar, na metodologia, os aspectos que se enquadram na cultura vigente.

Um exemplo típico é o caso de organizações excessivamente burocratizadas e departamentalizadas que, ao implementar sistemas da qualidade baseados nas normas da série ISO 9000, simplesmente aumentam sua burocracia e suas barreiras interdepartamentais e não tiram proveito dos verdadeiros benefícios das normas ISO. É por isso que, simultaneamente com o uso de metodologias, os processos de mudanças devem se apoiar na discussão e análises de aspectos conceituais.

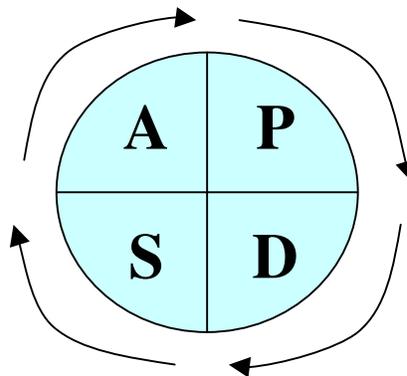
Para que sejam utilizadas de forma eficaz, e para que produzam as mudanças desejadas, é importante que as metodologias atendam a determinados requisitos. As metodologias devem ser estruturadas, mas mantendo um certo grau de flexibilidade, de modo a poderem ser adaptadas a diferentes situações. Além disso, normalmente deve haver um facilitador experiente apoiando o grupo que está usando a metodologia.

Um ponto fundamental para o facilitador que pretende apoiar uma organização é o conhecimento profundo de um leque abrangente de metodologias e ferramentas de trabalho grupal, de modo que possa selecionar as ferramentas mais adequadas às diversas situações que vão aparecendo. Deve-se evitar a tendência de usar sempre as mesmas ferramentas que já deram certo em algum momento, pois cada grupo tem suas particularidades e cada situação requer uma tentativa específica. A falta desse conhecimento e a falha nesse preparo tem sido uma das causas de insucessos em processos de mudanças de organizações. Quando iniciar a descrição da aplicação das diversas metodologias aplicadas ao assunto em questão, vai ficar mais clara a importância deste ponto.

### **Um Modelo para Melhoria Contínua**

Um modelo para melhoria amplamente aplicável e fácil de aprender e utilizar é o PDSA (Moen et alli: 1998). O Ciclo PDSA é uma adaptação do método científico. Sua aplicação ajuda na aprendizagem sobre produtos, processos e sistemas. Variações deste ciclo tem sido chamado ‘Ciclo de Shewhart’, ‘Ciclo de Deming’, ou Ciclo PDCA (onde o “C” refere-se a “Check”, uma abordagem mais simplista que o “S” do Study, mas com significados semelhantes). Deming chamou este ciclo de “Ciclo de Shewhart para aprendizagem e melhoria: o Ciclo PDSA” (Figura 2.3.1).

Figura 2.3.1. Ciclo de Shewhart.



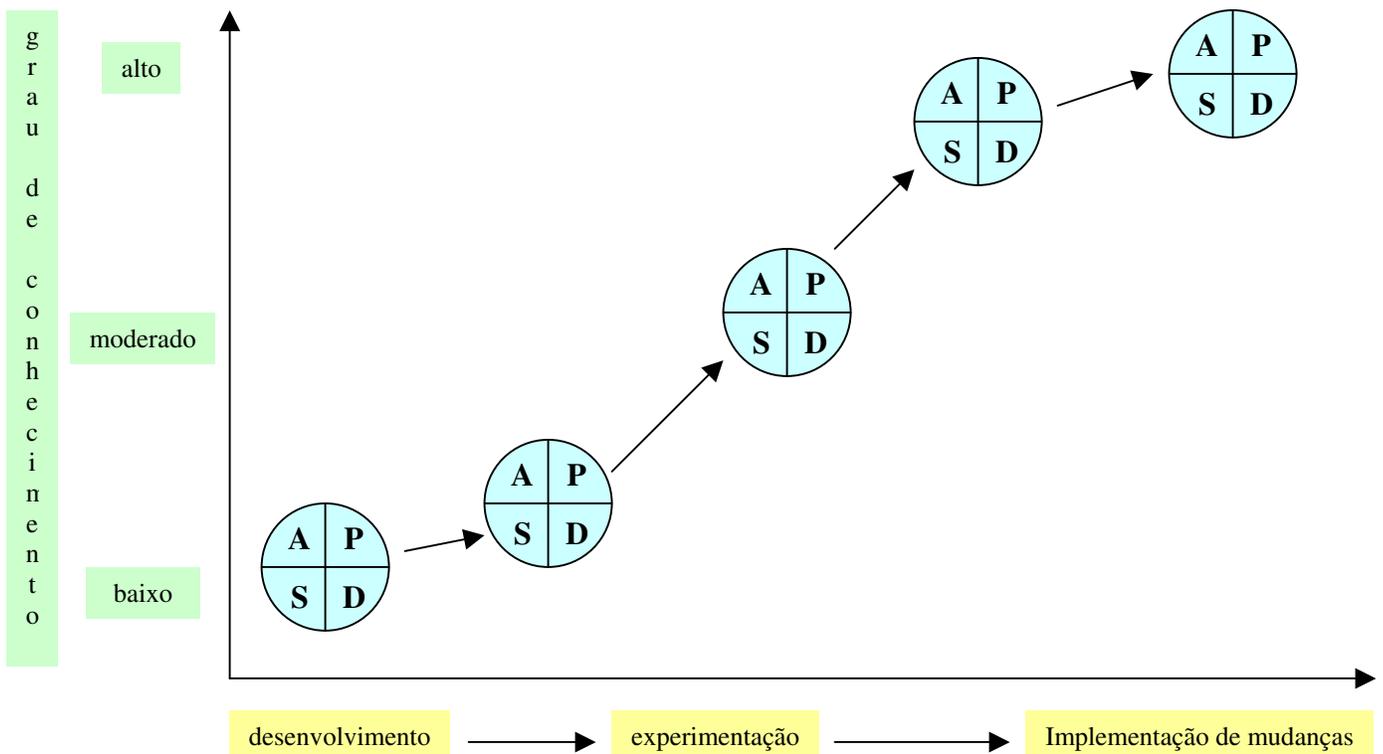
O Ciclo PDSA é uma ferramenta de aprendizagem composta de quatro fases básicas: planejar, executar, estudar e atuar corretivamente. Os termos no Ciclo PDSA tem o seguinte significado:

Etapa 1: Planejar (**P**lan) – consiste em conhecer as necessidades dos clientes, estabelecer as metas sobre estas necessidades e a maneira para atingir as metas.

Etapa 2: Executar (**D**o) – execução das tarefas exatamente como prevista no plano e coleta de dados para estudo do processo.

Etapa 3: Estudar (**S**tudy) – a partir dos dados coletados na execução, os mesmos são avaliados pelos métodos considerados durante a etapa de planejamento. Estudam-se os resultados. O conhecimento atual é modificado se os dados contradizem algumas inferências sobre o processo. Se os dados confirmam as inferências de conhecimento elaboradas na etapa de planejamento, haverá uma elevação no grau de conhecimento atual dando suficiente base para agir no processo.

Figura 2.3.2. Elevação Contínua do Conhecimento.



Etapa 4: Atuar corretivamente (Act) – baseado nos resultados da etapa 3, decide-se sobre a mudança a ser feita no produto, processo ou sistema. A decisão poderá ser implementar uma mudança ou iniciar um novo Ciclo PDSA.

Pelo uso repetitivo do Ciclo PDSA, conhecimento sobre produtos, processos e sistemas são obtidos continuamente, desde que as ações de melhoria sejam implementadas de forma sistêmica, como mostrado na Figura 2.3.2.

Nesta dissertação, o Ciclo PDSA foi utilizado nas várias etapas desde a elaboração até a implementação do Sistema proposto, bem como, existem ferramentas a serem abordadas no capítulo 3 que fomentaram instrumental qualificado para que o ciclo PDSA produzisse resultados significativos de melhoria, dando respaldo a 3<sup>a</sup> crença da filosofia de Deming.

## **Capítulo 3**

### **Método e Desenvolvimento**

Este capítulo foi dividido em duas partes, a saber: método e desenvolvimento. De acordo com Ferreira (1995), 'método' pode ser entendido como "modo de proceder, maneira de agir", enquanto que o termo 'desenvolvimento' pode ser entendido como "ato ou efeito de progresso".

O Sistema de Gestão proposto teve sua aplicação realizada em um Laboratório Químico, e um entendimento global de alguns tópicos técnicos diretamente relacionados a este setor (Laboratório) torna-se necessário serem conceituados, como a "Amostragem" e as "Análises Químicas". Posteriormente foram detalhados o método utilizado (Balanced Scorecard) e as ferramentas que auxiliaram na implementação do Sistema de Gestão proposto (Sistema Alcoa de Qualidade, o Programa 5 S e o Controle Estatístico de Processo).

Na seção 'método' foi abordado as definições de indicadores de desempenho e apresentada as bases e dimensões para um sistema de medição e sua aplicação no gerenciamento de processos. Além disso, foi destacado os aspectos relacionados aos sistemas de coleta de dados para alimentação do sistema de medição de desempenho e as unidades para representação das medidas de desempenho.

Na seção 'desenvolvimento' foi abordado detalhadamente o sistema utilizado, as simplificações realizadas e a metodologia para a obtenção dos resultados.

## **Amostragem**

A amostragem é um processo auxiliar em uma avaliação, no qual podemos classificar em três tipos para a avaliação de sólidos (por exemplo, alumina e bauxita) e líquidos (como o licor cáustico), segundo Gy (1998).

Tipo 1: A avaliação pode ser feita diretamente sobre toda a população e esta ser suficientemente homogênea e reprodutível. Este é o único caso no qual a amostragem em si não é necessária, pois qualquer parte da mesma reproduz a população sem necessidade de qualquer técnica para garantir a representatividade da amostra. Este tipo de situação ocorre em casos muito raros.

Tipo 2: A avaliação pode ser feita diretamente sobre toda a população, entretanto esta é heterogênea e não reprodutível. Este é o caso no qual são realizadas medições contínuas em massas ou volumes em movimento de um determinado material. A amostragem pode ser feita por incrementos proporcionais, o que eleva sua precisão, mas infelizmente esta técnica não é valorizada para uso em indústrias em razão do binômio custo-benefício.

Tipo 3: A avaliação não pode ser feita sobre toda a população que se deseja conhecer. Este é geralmente o caso aplicado a análises químicas e/ou físicas sobre líquidos ou sólidos. A avaliação é feita sobre uma parte da população, que é a amostra. Para esta operação fazer sentido, a amostra deve representar a população.

Para o caso Tipo 3, é necessário utilizar uma técnica para obter uma parte que represente o todo, e que esta parte seja reduzida a uma condição ideal para análise. A amostragem é em resumo uma simples redução de massa. Entretanto este procedimento de redução de massa deve manter a composição original da população tão próximo quanto possível.

A amostragem de um modo amplo cobre todas as operações nos quais inicia-se com o material a ser avaliado, a população, ou um lote no caso de um minério, e termina com uma fração desta população que é finalmente analisada e caracterizada. Assim, a redução de massa (amostragem no seu sentido estrito) é constituído de vários estágios de “preparação” como a transferência do ponto A para o ponto B, através de técnicas de britagem, pulverização, secagem,

homogeneização, etc, para o caso de amostragem aplicada a sólidos. Para outros tipos de materiais, como sistemas líquidos, há processos semelhantes, como a diluição. Todas estas operações geram erros que precisam ser detectados, estimados e, se possível, eliminados.

Segundo Gy (1998) "um dos mais importantes problemas que nos deparamos é a interpretação de resultados analíticos e sua representatividade. Consequentemente, em qualquer nível referente a resultados de análises, da diretoria aos técnicos químicos que fazem as análises, existe uma necessidade de consciência que, tanto a amostragem e a preparação das amostras, como a análise, são igualmente importantes. (...) Em resumo, os técnicos químicos devem ser os primeiros a recusar reportar resultados que se supõe representar uma população, se eles não têm a necessária garantia sobre estas amostras que são trazidas até o laboratório." Este comportamento do técnico químico mencionado acima por Gy se enquadra no perfil esperado para os técnicos químicos atuarem dentro do Sistema de Gestão proposto nesta dissertação.

#### **Algumas Definições Técnicas segundo Girodo (1996)**

- ✓ População: conjunto de elementos que fazem parte de uma porção maior objeto de estudo.
  
- ✓ Exatidão: uma medida de acurácia, isto é, do grau de concordância entre o valor de referência (ou valor aceito como verdadeiro) e o valor médio obtido pelo método analítico para uma determinada característica que se deseja conhecer. Quando um sistema ou processo não é exato, este possui um desvio e portanto este processo passa a ser denominado “enviesado” ou que possui um “viés”.
  
- ✓ Precisão: está relacionada com a dispersão das medidas ao redor de seu valor médio ou central, e corresponde ao grau de concordância entre ensaios individuais.

## **Análises Químicas e Físicas**

A otimização de um processo produtivo depende essencialmente da sua caracterização, porque, para poder interferir efetivamente, o engenheiro deve primeiramente conhecer esse processo. Tal conhecimento estará invariavelmente baseado em informações retiradas do processo, ao longo de um determinado período.

As informações do processo são geradas, através de análises químicas e físicas, obtidas pelos mais diversos sistemas de medição. Assim, os sistemas de medição são os olhos que o engenheiro dispõe para avaliar um processo. É evidente a importância da qualidade da medida para que ela realmente traduza a real situação do processo em informações necessárias a um gerenciamento adequado do mesmo.

Um sistema de medição compreende o equipamento ou ferramenta utilizada na medida, o procedimento para a obtenção dessa medida, incluindo-se aqui a contribuição do operador, a técnica de set-up, os cálculos envolvidos, a habilidade do técnico (na maioria das vezes) e a frequência de calibração (para os equipamentos calibráveis).

A análise dos sistemas de medição é a avaliação da qualidade da informação, obtida por determinado sistema de medição, considerando que certos fatores afetam e que dessas informações depende a decisão acertada nos passos para a otimização de um processo.

A caracterização de um sistema de medidas é utilizada para estimar a variabilidade total ou o erro inerente ao processo de medição, fornecer informação sobre o tamanho e as fontes de erro, estimar a exatidão do resultado a ser emitido pelo Laboratório, determinar a adequabilidade do sistema em relação ao processo que se quer medir, determinar os fatores principais a que o sistema de medição é susceptível e avaliar a estabilidade deste sistema de medição durante um período de tempo.

A caracterização das análises químicas e físicas é realizada com padrões primários, também denominados, materiais de referência, isto é, padrões certificados por órgãos competentes para

caracterizar o valor verdadeiro do material. Dois órgãos competentes, conceituados internacionalmente, nos quais o Laboratório Central da Alcoa Poços utiliza são os Centros de Pesquisas da Alcoa (Alcoa Technical Center \_ ATC/USA \_ e Research & Development da Alcoa Would Alumina \_ R&D AWA) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Na ausência de um material de referência certificado por órgão competente no mercado, a alternativa é o próprio laboratório realizar uma certificação denominada secundária e preferencialmente submeter este material a outros laboratórios para determinar o valor verdadeiro e sua variabilidade, utilizando um Programa Interlaboratorial. Na impossibilidade de haver outros laboratórios para participar deste tipo de programa, somente a certificação secundária é aceita.

### **3.1 Medidas de Desempenho**

Com o objetivo de manter-se no mercado, faz-se necessário que a administração da empresa construa um ambiente propício para estimular os fatores que promovem ações, de modo a colaborar para o aumento da competitividade empresarial. Na época atual, a informação e o conhecimento são armas mais competitivas do que os controles e os comandos, tão relevantes em épocas passadas. Para apoiar o processo de gestão em uma organização, segundo Paton et alli (1999), é fundamental que existam processos de medição de desempenho, pois "o que não é medido não pode ser gerenciado".

O Balanced Scorecard consiste em um conjunto de métricas que possibilitam à alta direção da empresa e a seus executivos ter uma rápida e breve, mas completa e profunda, visão do desempenho do negócio.

O Balanced Scorecard complementa as medidas financeiras com as medidas operacionais (não-financeiras) referentes à satisfação de clientes, processos internos, inovação e atividades de melhoria. Essas medidas operacionais são, de fato, os direcionadores de desempenho financeiro futuro. Segundo Kaplan (1999), esse método se propõe a avaliar todo o desempenho empresarial, complementando as mensurações financeiras com avaliações sobre o cliente, identificando os processos internos que devem ser melhorados e analisando as possibilidades de crescimento, investimento e aprendizado.

Para Kaplan & Norton (1997), o Balanced Scorecard preserva o interesse no desempenho de curto prazo e revela claramente os sub-sistemas de valor para um desempenho operacional e competitivo superior de longo prazo. Segundo eles, o sistema de medição deve, acima de tudo, tornar explícitas as correlações entre as medidas de desempenho e os objetivos estratégicos.

Analiticamente Kaplan & Norton (1992) mencionam que o Balanced Scorecard de uma empresa ou setor deve fornecer resposta para quatro questões básicas:

✓ Perspectiva do cliente: Como os clientes vêem a empresa ?

Os executivos devem traduzir sua missão de servir ao cliente em medidas específicas que reflitam os fatores que realmente interessam aos clientes. As preocupações dos clientes tendem a cair em três categorias: tempo (prazo de entrega, prazo de resolução de problemas, etc), qualidade (desempenho de produtos e serviços) e custo de propriedade (que corresponde ao custo inicial de aquisição acrescido de impactos decorrentes de eventuais falhas e despesas de manutenção). Quando as falhas de produtos ou serviços são percebidas pelos clientes, essas falhas podem ter como consequência um altíssimo custo para a empresa. Por essa razão, é fundamental monitorar o desempenho desses fatores e correlacioná-los com o desempenho de outras medidas componentes do Balanced Scorecard, o que poderá permitir à administração o desenvolvimento de ações corretivas sustentadas ainda nos estágios iniciais dos problemas, ou antes mesmo que eles tenham se manifestado.

✓ Perspectiva interna: O quê deve ser excedido e superado ?

As métricas baseadas nas necessidades dos clientes devem ser traduzidas em medidas internas, que reflitam o que a empresa deve fazer para atender a essas necessidades. Excelentes desempenhos perante os clientes são resultado, acima de tudo, de processos, decisões e ações que ocorrem por toda a organização. Isso significa que, quanto melhor o sistema de medidas internas e quanto melhores os resultados das ações de melhoria tomadas com base nesse sistema, menores as possibilidades de ocorrências de falhas externas. Assim, observa-se que os fatores que afetam

tempo de ciclo, qualidade, capacitação das pessoas e produtividade, por exemplo, tendem a apresentar grandes impactos na satisfação dos clientes. Dessa forma, é possível estabelecer correlações de causa-efeito entre as medidas internas e as outras, o que permitirá aos funcionários de uma organização a determinação de metas claras e estimuladoras de ações de mudança, decisões operacionais e atividades de melhoria.

- ✓ Perspectiva de inovação e aprendizado: É possível continuar a melhorar e criar valor ?

Uma vez que os alvos para o sucesso estão sempre mudando (terminologia conhecida no meio empresarial como *moving targets*) e a competição global intensifica-se continuamente, as empresas devem estar sempre melhorando seus produtos e processos existentes. Somente com a habilidade de lançar novos produtos, criar mais valor para os clientes e melhorar a eficiência operacional é que uma empresa pode penetrar em novos mercados e maximizar receitas e margens. Os conceitos de melhoria contínua de produtos e processos organizacionais aplicam-se totalmente a esse cenário e apresentam perfeita sintonia com a 2<sup>a</sup> crença da filosofia de Deming.

- ✓ Perspectiva financeira: Como os investidores estão sendo atendidos ?

Medidas de desempenho financeiro indicam se a estratégia da empresa, bem como sua implementação e execução, estão realmente surtindo o efeito desejado. Metas financeiras típicas devem incluir lucratividade e crescimento, dentre outras. Entretanto as medições financeiras não devem ser a base isolada para um direcionamento da empresa, pois estas apresentam inadequações documentais, foco no passado e inabilidade para refletir ações de criação de valor contemporâneas.

Uma das grandes vantagens do Balanced Scorecard é que, enquanto ele provê informação aos executivos a partir de diferentes perspectivas, ele também minimiza a carga de informação, limitando a quantidade de métricas utilizadas. Dessa forma, o Balanced Scorecard traz conjuntamente, por meio de relatórios simples, informações aparentemente dispersas e sem nexos, mas que, na realidade, apresentam forte correlação entre si, tais como grau de orientação aos clientes, desempenho referente ao tempo de resposta, nível de melhoria da qualidade, intensidade

do trabalho em equipe, diminuição do tempo de lançamento de novos produtos, índices de falha dos produtos, etc.

Com a difusão do Balanced Scorecard entre as empresas, foi possível perceber que essa metodologia representou uma mudança profunda nas considerações sobre medição de desempenho e performance empresarial, que deixou de ter um enfoque puramente financeiro. É fundamental, portanto, o envolvimento da alta direção da empresa ou setor no projeto do sistema de medição, por possuir o panorama e o quadro completo da empresa e de suas prioridades. Essa premissa tem representado grande evolução na gestão empresarial, uma vez que o sistema de medição está deixando de ser projetado com base na visão exclusiva de especialistas.

Segundo Kaplan & Norton (1997), enquanto os sistemas de medição de performance tradicionais têm um enfoque maior em controle, o Balanced Scorecard coloca a estratégia no centro. O sistema tradicional especificava as ações que as pessoas deveriam tomar, e mensurava se essas ações realmente haviam sido tomadas e se haviam surtido efeito. Esse enfoque constituía uma herança dos sistemas de medição puramente financeiros, com foco mais controlador. O Balanced Scorecard estabelece metas, assumindo que as pessoas adotarão quaisquer comportamentos e tomarão quaisquer ações necessárias para atingir essas metas. As métricas são desenhadas para garantir foco e direção, fornecendo uma visão geral às pessoas. Os executivos podem saber qual deve ser o resultado final, mas não podem dizer às pessoas o que fazer para atingir os resultados. Meyer (1994) menciona que um enfoque bastante utilizado atualmente pelas empresas é o comissionamento de equipes de melhoria de processo formadas por grupos multifuncionais. Essas equipes são lideradas por profissionais com visão da estratégia da empresa e especialistas em técnicas de análise e solução de problemas.

Adicionalmente, o Scorecard deve prover aos executivos a capacidade de efetuar pesquisas em tempo real, i.e., saber se o que foi planejado está, de fato, acontecendo. O ciclo de aprendizado estratégico pressupõe que qualquer desvio da trajetória originalmente prevista deve ser avaliado, o que significa uma provável necessidade de revisão da estratégia e/ou das técnicas utilizadas para implementá-la. Portanto, o aprendizado estratégico consiste em obter *feedback*, testar as hipóteses sobre as quais a estratégia foi baseada, e fazer os ajustes necessários.

Tradicionalmente, os executivos se reúnem para uma análise crítica dos resultados e concentram suas discussões no desempenho passado e nas explicações da razão pela qual eventualmente os objetivos não foram atingidos. O Balanced Scorecard, com sua especificação de relação causa-efeito entre os direcionadores de desempenho, permite aos executivos utilizarem suas sessões de revisão periódica para avaliar a legitimidade da estratégia e a qualidade de sua execução.

Cabe observar que a empresa não está só no mercado. Ela precisa se relacionar com o meio no qual está inserida. Além dos clientes, que, conforme apresentado, são enfocados explicitamente em uma das perspectivas do Balanced Scorecard, existem concorrentes, fornecedores, empresas novas no mercado e empresas que oferecem produtos substitutos (ou alternativos). Por esta razão, torna-se necessária a determinação de uma perspectiva estratégica clara e bem definida. Assim, é importante frisar que o Balanced Scorecard deve ser projetado de modo a incluir indicadores de desempenho que reflitam a inter-relação da empresa com o meio no qual ela está inserida. Sempre que possível, informações comparativas de concorrentes e empresas ameaçadoras devem fazer parte do scorecard, para permitir a seus administradores uma visibilidade do desempenho da empresa em comparação com essas importantes referências.

### **Aspectos do Método Balanced Scorecard**

Um aspecto importante, que é condição prévia à implantação dos indicadores de desempenho, é a definição dos padrões de referência, preferencialmente relacionados com as metas de qualidade da organização.

O entendimento sobre o padrão de referência, que é a medida de base concreta utilizada para comparar e avaliar os resultados das atividades dos processos de negócios de uma organização e sua relação com as metas deve ser permeado por todos os níveis da organização em que se pretende implementar um sistema de indicadores de desempenho para a gestão dos processos de uma empresa ou setor.

O conceito de padrão de referência utilizado neste trabalho deve ser interpretado como a maneira consensual de se realizar um processo e obter os resultados desejados, a partir de uma

análise conjunta desses processos pelos responsáveis por sua execução, com aprovação pela administração da empresa. Esta interpretação não significa o estabelecimento de quotas numéricas para a mão de obra, também eventualmente denominada de coeficientes ou padrões de trabalho.

Deming (1990), no desenvolvimento dos seus 14 princípios para a administração de uma empresa, afirma que uma quota é uma barreira contra a melhoria da qualidade e da produtividade e o trabalho da administração é o de substituir esses coeficientes por uma liderança baseada no conhecimento.

"Os coeficientes de produção são frequentemente determinados para o trabalhador médio. Naturalmente, metade deles estará acima da média e outra metade, abaixo. O que acontece é que a pressão dos colegas mantém a metade superior em nível de coeficiente e não mais. O pessoal abaixo da média não consegue atingir o coeficiente. O resultado é perda, caos, insatisfação e rotatividade."

(Deming, 1990, p. 53)

O entendimento comum sobre determinado resultado alcançado é derivado do conhecimento aplicado a esse resultado, em que, qualquer medição física ou química é consequência da aplicação de determinado procedimento.

Nesse sentido, a questão aqui é identificar esse entendimento comum ao resultado alcançado sobre o desejado. A resposta está no planejamento do sistema da qualidade e consequentemente no planejamento do quadro de indicadores de desempenho para formação do Balanced Scorecard.

Para melhor compreensão, é necessário considerar que a gestão da qualidade é implementada por meios como planejamento da qualidade, controle da qualidade, garantia da qualidade e melhorias da qualidade dentro do próprio sistema da qualidade.

O planejamento da qualidade inclui a identificação, classificação e ponderação das características relativas às dimensões e requisitos da qualidade do produto ou serviço, bem como, a preparação da aplicação do sistema da qualidade, em nível gerencial e operacional, de tal forma a identificar ações que possibilitem a melhoria da qualidade.

Segundo Juran (1994), a “visão” de uma organização para expressar aquilo que deve realizar ou de onde gostaria de estar, em algum ponto do futuro, são semelhantes a desejos, até serem convertidas em itens específicos, no caso, metas quantitativas que devem ser atingidas dentro de um período de tempo.

A definição de meta está associada a um alvo visado, uma realização em cuja direção são despendidos esforços e recursos. Segundo Juran (1994), o planejamento estratégico de negócios para a inclusão de metas da qualidade, que independente do segmento de mercado atuante ou de suas características internas, tem aplicação geral nos aspectos relacionados ao desempenho do produto, desempenho competitivo, melhoramento da qualidade, custo da má qualidade e desempenho dos processos importantes ou críticos.

Os indicadores de desempenho estão associados aos resultados da organização, através do fornecimento de informações que ajudam a explicar ou apontar ações sobre a gestão dos processos de negócios.

O aprimoramento de processos e produtos que resultam na superação de expectativas dos clientes, implica principalmente na transformação de um padrão atual para um padrão mais aprimorado, ou ainda na garantia de manutenção de um padrão existente. Essa transformação deve ser orientada para a evolução e, por extensão, para a necessidade de se avaliar progresso nos processos de negócios da organização. Nesse sentido, os desdobramentos da qualidade devem ser realizados até que os propósitos essenciais sejam cumpridos.

A base para o sucesso de um sistema de medição de desempenho tem como princípios, por Kaplan & Norton (1997):

- ✓ Medir somente as coisas que indiquem o sucesso organizacional (o que realmente é importante);
- ✓ Manter um conjunto de medidas equilibradas, considerando as perspectivas das pessoas que tomam decisões, incentivando a participação sobre o que deve ser medido;
- ✓ Envolver os funcionários na configuração e implementação do quadro de indicadores de desempenho;
- ✓ Alinhar os objetivos e as estratégias organizacionais com as medidas, de tal forma a proporcionar suporte à tomada de decisões e orientação dos esforços para cumprimento das metas estabelecidas.

Os sistemas de informações são importantes para assegurar o retorno (feedback) sobre os processos realizados. Para o gerenciamento e aperfeiçoamento de um processo é preciso medir as atividades inseridas nesse processo, entretanto, sem um feedback sobre essa medição, o esforço despendido para medi-lo pode ser desperdiçado se a pessoa que realizou a atividade não puder participar das oportunidades de melhorias.

Um sistema de informações adequado permite que a análise de correlação sobre cada medida do Balanced Scorecard seja associada a relações de causa e efeito, possibilitando assim que metas de curto prazo sejam redefinidas para melhores estimativas sobre mudanças no desempenho e nas medidas de resultados da empresa ou setor.

Segundo Juran (1994), existem duas principais unidades de medidas, uma para as deficiências dos produtos e outra para as suas características. A unidade de deficiências deve considerar no numerador a frequência de deficiências e no denominador as oportunidades para deficiências, podendo ser uma unidade adimensional, ou %. A unidade de medida das características não possui uma fórmula genérica como a descrita para as deficiências, porque na prática cada característica de um produto ou serviços requer uma unidade própria de medida. As unidades de medidas de características normalmente estão associadas a unidades tecnológicas (tempo em minutos, temperatura em graus) ou no caso de serviços, em unidades objetivas, como por exemplo, tempo de entrega de resultados (medida em minutos).

As medidas de desempenho devem dar suporte a todos os níveis da organização e, portanto, as unidades de medidas devem assegurar precisão e ser simples, além dos seguintes critérios:

- ✓ Compreensão da sua linguagem em todos os níveis aplicáveis
- ✓ Formatação de uma base consensual para prover assistência na tomada de decisões
- ✓ Proporcionar amplo uso para análises comparativas
- ✓ Permitir uma interpretação uniforme
- ✓ Ser economicamente viável
- ✓ Ser compatível com os métodos ou instrumentos de coleta de dados.

### **3.1.1 Ferramentas do Sistema de Gestão**

#### **Alcoa Business System - ABS**

O Alcoa Business System, ou Sistema Alcoa de Qualidade, é baseado no sistema Just In Time (Ohno, 1997), o qual dá um novo conceito ao custo do processo produtivo. O custo verdadeiro é o custo real, natural, aquele resultante de atividades que agregam valor ao produto. Todos os outros “custos”, oriundos de atividades que não agregam valor ao produto, são na verdade desperdícios.

É importante enfatizar que um ataque total ao desperdício se aplica a todas as funções da manufatura e não apenas a produção. Neste sentido, o ABS (Alcoa Alumínio S/A, 2000) ajuda uma empresa a obter vantagem competitiva em custo, através da otimização de todos os processos envolvidos na plena satisfação do cliente. A vantagem competitiva em custo é consequência da redução do custo global da empresa.

## Conceito Geral do ABS

O ABS surgiu de uma visão estratégica, buscando vantagem competitiva através da otimização do processo produtivo. As principais idéias do ABS são independentes da tecnologia, embora possam ser aplicados diferentemente com os avanços técnicos. O ABS visa administrar a produção de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. O resultado é um sistema de produção capaz de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente, ao menor custo.

## Idéias Básicas do ABS

Existem três idéias básicas sobre as quais se desenvolve o Alcoa Business System.

A primeira é a **integração e otimização** de todo o processo de produção. Aqui entra o conceito amplo, total, dado ao valor do produto, ou seja, **tudo o que não agrega valor ao produto é desnecessário e precisa ser eliminado**.

A Segunda idéia é a **melhoria contínua** (Kaizen). O ABS fomenta o desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante, não apenas dos processos e procedimentos, mas também do homem, dentro da empresa. A atitude gerencial postulada pelo ABS é: “nossa missão é a melhoria contínua”. Isto significa uma mentalidade de trabalho em grupo, de visão compartilhada, de valorização do homem, em todos os níveis, dentro da empresa. Esta mentalidade permite o desenvolvimento das potencialidades humanas, conseguindo o comprometimento de todos pela descentralização do poder. O ABS precisa e fomenta o desenvolvimento de uma base de confiança, obtida pela transparência e honestidade das ações. Isto é fundamental para ganhar e manter vantagem competitiva.

A terceira idéia básica do ABS é **entender e responder as necessidades dos clientes** . Isto significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O ABS enxerga o custo do cliente numa visão maior, isto é, a empresa no ABS deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na aquisição e uso do produto. Desta forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos

requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa.

## Programa 5 S

O programa 5 S, segundo Campos (1999), ao contrário do programa housekeeping, visa mudar a maneira de pensar das pessoas na direção de um melhor comportamento para toda a vida, e portanto se alinha perfeitamente a proposta de criação de um sistema orgânico de gestão.

O programa 5 S não é somente um evento episódico de limpeza, como é o housekeeping, mas uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade.

A sigla 5 S deriva de cinco palavras japonesas: SEIRI, SEITON, SEISOH, SEIKETSU, SHITSUKE. A tabela 3.1.0 mostra o significado do 5 S.

Tabela 3.1.0: Significado do 5 S

<b>5 S</b>	<b>Produção</b>	<b>Administração</b>
<b>SEIRI (arrumação)</b>	Identificação dos equipamentos, ferramentas e materiais necessários e desnecessários nas oficinas e postos de trabalho.	Identificação de dados e informações necessárias e desnecessárias para decisões.
<b>SEITON (ordenação)</b>	Determinação do local específico ou lay-out para os equipamentos serem localizados e utilizados a qualquer momento.	Determinação do local de arquivo para pesquisa e utilização de dados a qualquer momento. Deve-se estabelecer um prazo de 5 minutos para se localizar um dado.
<b>SEISOH (limpeza)</b>	Eliminação de pó, sujeira e objetos desnecessários e manutenção da limpeza nos postos de trabalho.	Sempre atualização e renovação de dados para ter decisões corretas.
<b>SEIKETSU (asseio)</b>	Ações consistentes e repetitivas visando arrumação, ordenação e limpeza e ainda manutenção de boas condições sanitárias e sem qualquer poluição.	Estabelecimento, preparação e implementação de informações e dados de fácil entendimento que serão muito úteis e práticas para decisões.
<b>SHITSUKE (auto-disciplina)</b>	Hábito para cumprimento de regras e procedimentos especificados pelo cliente.	Hábito para cumprimento dos procedimentos determinados pela empresa.

O 5 S é um programa para todas as pessoas da empresa, do presidente aos operadores, para áreas administrativas, de serviço, de manutenção, de Laboratório e de manufatura. O Programa deve ser liderado pela alta administração da empresa, bem como qualquer processo de mudança de alto impacto, como já exposto anteriormente, e é baseado em educação, treinamento e prática em grupo.

Segundo Künzi (2000), o Programa 5 S nos anos 2000 tende a evoluir, como todo sistema de qualidade, onde o ciclo PDCA se faz presente. Existem menções por alguns especialistas de uma evolução para o Programa 9 S (SEIRI: senso de Utilização, SEITON: organização, SEISOH: limpeza, SEIKETSU: bem estar pessoal, SHITSUKE: disciplina, SHIKARI: constância, SHITSUKORU: compromisso, SHEISHOO: coordenação e SEIDO: padronização).

### **Controle Estatístico de Processo - CEP**

Segundo Montgomery (1991), em 1920, o dr. Walter A. Shewhart, dos Laboratórios de Telefonia Bell, estudando variabilidade nos processos de manufatura, concluiu que todos esses processos pressupõem a existência de variação em suas características e no seu desempenho. Ele identificou dois componentes de variabilidade: um estável e inerente ao processo, e outro intermitente e não associado ao processo. A variação inerente ao processo, denominada aleatória, foi atribuída a causas comuns (não assinaláveis e internas ao processo), enquanto que a variação intermitente foi atribuída a causas especiais (assinaláveis e externas ao processo). Concluiu-se, dessa forma, que as causas especiais poderiam ser economicamente descobertas e removidas por meio de um diagnóstico criterioso. Contudo, as causas comuns não poderiam ser economicamente identificadas e removidas sem a realização de mudanças básicas no processo.

A variação de qualquer característica particular de um processo (monitorada por meio de uma métrica, por exemplo) pode ser quantificada por amostragem e dimensionada pela estimativa dos parâmetros de sua distribuição estatística, segundo Wheeler (1993). Mudanças na distribuição podem ser reveladas ao se exibir estes parâmetros ao longo do tempo. Essa exibição é denominada “carta de controle”.

Um exemplo de carta de controle aplicada ao Laboratório é a X-R, constituída de dois gráficos. O gráfico principal exibe a média das medidas. O gráfico complementar é utilizado para exibir as amplitudes de cada amostra coletada. Uma linha central é determinada para os dois gráficos, e, com base nessa média, são estabelecidos os **Limites de Controle Superior e Inferior (LSC e LIC)**, que correspondem a  $\pm 3$  desvios padrões contados a partir da linha central. Resultados fora desta faixa de limites de controle indicam grande probabilidade de atuação de causas especiais no processo. Entretanto existem outras regras para detectar a presença de causas especiais, a partir das cartas de controle, e que não serão detalhadas, por não ser o foco para este trabalho.

Um processo que apresenta somente causas comuns é dito “sob controle estatístico”, enquanto que um processo que apresente causas especiais é dito “fora de controle estatístico”. O objetivo do CEP é a detecção e eliminação de causas especiais, levando por consequência, o processo a passar de um estágio menos favorável (maior variação) para um estágio superior (de menor variação), em geral com impacto em redução de custo.

A aplicação do CEP para produzir melhorias no Sistema de Gestão proposto, caracteriza-se como ferramenta estratégica em perfeita sintonia com a 3ª crença da Filosofia de Deming. Nesse sentido, as cartas de controle podem ser utilizadas como uma técnica simples e de fácil assimilação pelos técnicos químicos melhorar os sistemas de medição. A seguir, são apresentados alguns enfoques abordando como as cartas de controle podem fornecer subsídios ao Laboratório Central:

✓ O que se deseja realizar ?

As cartas de controle podem ser utilizadas para sinalizar a existência de causas especiais que atuam em um determinado parâmetro do sistema de medição. Esse parâmetro pode ser de alto nível, i.e, representado por métricas estratégicas do Balanced Scorecard do Plano Diretor da Corporação, ou de baixo nível, ex. medida de um parâmetro interno utilizado no Laboratório sem impacto direto no Plano Diretor da Corporação. Nessa situação, é possível utilizar essa técnica para guiar as primeiras análises. Quando as medições indicarem uma possível atuação de causas especiais, deve ser investigado o que aconteceu naquela ocasião (normalmente um diário de

bordo deve acompanhar a maioria dos pontos da carta, de forma a permitir rastreabilidade aos fatos e subsidiar as análises iniciais). Dessa forma, as cartas de controle ajudam a identificar o que precisa ser melhorado. Na realidade, outras técnicas podem ser utilizadas em conjunto com as cartas de controle, tais como, diagramas de causa e efeito, mapeamento de processos, etc, para permitir uma clara definição do problema.

✓ Como saber se uma mudança produzirá melhoria ?

A resposta a essa questão normalmente requer a utilização de métricas de desempenho associadas ao objeto de melhoria. As tendências das métricas antes e após as mudanças, bem como a ocorrência de pontos além dos limites de controle, são fatos que subsidiam as conclusões a respeito da eficiência das mudanças em teste ou em implementação. Se, por exemplo, a tendência desejada for ascendente e, após a implementação de uma mudança, forem frequentemente observados pontos acima do limite superior de controle, poderemos ter uma forte indicação de que o processo mudou para melhor. Análises subsequentes devem confirmar essa conclusão. Durante os ciclos de teste, as cartas de controle podem ser utilizadas para avaliar as conseqüências das mudanças nos resultados de interesse. Durante os ciclos de implementação, as cartas de controle podem ser utilizadas para confirmar os resultados dos testes e acompanhar o desempenho do processo até sua estabilização. Quando a melhoria puder ser atingida apenas com a eliminação de causas especiais, será grande a utilidade das cartas de controle na rastreabilidade de ocorrências que possam indicar a atuação dessas causas. Nesses casos, a melhoria será evidente quando for observada a estabilidade da métrica após a implementação da mudança que provocou essa estabilização. Um exemplo é testar um novo reagente de menor custo em um método de análise.

### **3.2 Desenvolvimento**

Para facilitar o entendimento do processo de implementação do Sistema de Gestão proposto neste estudo de caso em uma Fábrica de Alumínio, esta seção inicia-se com um resumo histórico da Alcoa Alumínio S.A., uma descrição breve de sua área de atuação, o mapeamento dos principais processos produtivos, que nortearam parte deste trabalho e a evolução dos Sistemas da Qualidade na unidade de Poços de Caldas. Posteriormente, nesta seção, é apresentado o

desenvolvimento da implementação do Sistema de Gestão operacionalizado pela aplicação dos indicadores de desempenho, que foi adaptado da combinação da metodologia do Balanced Scorecard com as diretrizes do Alcoa Business System incorporando ferramentas da qualidade para suportar o Sistema proposto.

O Balanced Scorecard é uma abordagem que fornece a estrutura para a definição das medidas de desempenho sob quadro perspectivas, conforme descrito no 3º capítulo deste trabalho. Para aplicação no Laboratório Central objeto deste caso, o Sistema do quadro de indicadores de desempenho foi desenvolvido sobre cinco perspectivas ou sub-sistemas, adaptados do modelo desenvolvido por Kaplan & Norton (1997) e seguindo as diretrizes desenvolvidas pela Equipe Líder da Alcoa Poços, equipe formada pela alta administração da unidade de negócios de Poços.

No gerenciamento de processos da empresa, está implementado um Sistema da Qualidade que permite a identificação das atividades ou dos processos críticos e seus relacionamentos inter-funcionais, integrando as medidas a processos ou subprocessos que realmente influenciam o resultado final e o sucesso organizacional do sistema de garantia da qualidade.

A estrutura deste trabalho está baseada no trabalho desenvolvido pelo orientado desta dissertação que atuou como Coordenador de todo o Sistema, desde sua concepção até a sua implementação, entre os anos de 2000 e 2003 no Laboratório Central da Alcoa Alumínio S.A., na unidade de Poços de Caldas/MG, subsidiária da Aluminum Company of America (Alcoa).

## **A Alcoa e sua história**

A Alcoa Alumínio S/A (1996) é uma das maiores subsidiárias da Alcoa, empresa fundada em 1888 em Pittsburgh nos Estados Unidos por Charles Martin Hall, descobridor da forma de redução eletrolítica do alumínio, tornando sua fabricação em larga produção economicamente viável. A Alcoa Incorporation (2000) é líder mundial na produção e tecnologia do alumínio, com faturamento global de US\$ 22,9 bilhões. Possui unidades espalhadas pelos cinco continentes do mundo, empregando hoje mais de 142.000 funcionários espalhados por mais de 300 unidades

operacionais e escritórios comerciais localizados em 37 países. A capacidade produtiva anual de alumínio da empresa atingiu 4,5 milhões de toneladas de alumínio primário em 2000.

A Alcoa Alumínio S/A (1996) está presente no Brasil desde 1965, quando foi iniciada suas operações na unidade de Poços de Caldas/MG como Companhia Mineira de Alumínio (Alcominas). A subsidiária brasileira expandiu suas atividades no Brasil estando em 2002 presente nos mercados de alumínio primário, extrudados, chapas, fios e cabos, produtos químicos, pó de alumínio, alumina, tampas plásticas, garrafas e preformas PET. A Alcoa Brasil tem cerca de 7.000 funcionários e apresenta uma produção de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de todo alumínio produzido no país. A Alcoa Poços tem 980 funcionários. (ANEXO I)

A capacidade de produção da Alcoa Poços está distribuída da seguinte maneira: alumínio, na forma de metal líquido, lingotes e tarugos (90.000 toneladas/ano); pó de alumínio (14.000 toneladas/ano) e aluminas (260.000 toneladas/ano).

Os produtos produzidos pela área de Metal da Alcoa Poços: tarugos, lingotes e metal líquido, são empregados nos mercados de fundição de pistões, motores e peças, artefatos de alumínio, extrusão, laminação, insumos para siderurgia e embalagens. O pó de alumínio é utilizado com ênfase em metalurgia, pigmentos e explosivos. As aluminas têm aplicações nos mercados de cerâmicas, polímeros, sulfato de alumínio e outros.

### **Informações sobre o Processo Produtivo na Alcoa**

No ANEXO II é possível ter uma visualização global em forma de fluxograma do processo de fabricação de alumina e alumínio na Alcoa Poços a partir da bauxita.

O processo produtivo se inicia com a extração da bauxita (minério) das minas que contém alumina, matéria-prima da qual se produz o alumínio. A alumina é extraída da bauxita através do processo de refinação Bayer. No início deste processo, a bauxita é moída junto com uma solução de soda cáustica, obtendo-se a pasta de bauxita. A seguir, numa fase do processo denominada de digestão, a pasta é misturada a um licor cáustico a alta temperatura e pressão para que a alumina

contida na mesma seja solubilizada. Na fase de clarificação, a solução contendo alumina dissolvida é filtrada, para que as impurezas possam ser removidas. A próxima fase do processo é chamada de precipitação, onde a alumina solubilizada a quente é resfriada e ocorre a precipitação da alumina hidratada.

A alumina hidratada é posteriormente calcinada dando origem a SGA (Smelting Grade Alumina), ou alumina para redução, e as aluminas especiais (destinadas ao mercado). O alumínio é obtido através de um processo de eletrólise realizado em cubas eletrolíticas. Neste processo, a alumina é dissolvida num fundente, a criolita (material que solubiliza a alumina) com a utilização de correntes elétricas elevadas (117.000 ampères), onde o alumínio é separado do oxigênio.

### **A Qualidade na Alcoa**

Em 1980 a Alcoa Alumínio S/A (1996) adotou o slogan “Nós não podemos esperar pelo Amanhã”, como um alerta à organização para a necessidade de antecipação às mudanças.

Em 1986 a Alcoa cria o Grupo Alcoa de Qualidade em Pittsburgh onde a alta direção é sensibilizada pelas necessidades de mudanças. Conseqüentemente, em 1988 a Alta direção da Alcoa Poços em missões de estudo ao Japão e Estados Unidos tomam contato com os novos processos de mudanças. Este trabalho originou o desenvolvimento do Processo de “Excelência Através da Qualidade”, onde foram disseminados conceitos e ferramentas da Qualidade por toda a unidade.

Em 1994, a Alcoa Poços obtém a certificação da ISO 9002 pelo Det Norske Veritas (DNV) para as aluminas, metal e pó de alumínio. A Alcoa Poços concorre ao Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) em 1995 sendo finalista e é premiada em 1996 como a primeira empresa deste setor a receber este prêmio no Brasil (ANEXO III). A Alcoa Poços também foi a primeira unidade de negócio dentro de todas as unidades de negócio da Alcoa Mundial a ser premiada com um Prêmio do nível do PNQ, como são os prêmios Malcolm Baldrige (EUA) e Prêmio Deming (Japão). Em 1998 a área de Mineração conquista a ISO 14001, e em 2000 as áreas de Metal e

Aluminas também recebem este certificado. 1998 também marca o início da implementação em Poços do ABS. Em 2002 a Alcoa Poços é certificada na BS 8800 a e na OHSAS 18001.

### **O Laboratório Central**

O Laboratório Central caracteriza-se como uma central de geração de resultados para a tomada de decisões de controle operacional da fábrica (ANEXO IV). Equipado com equipamentos de alta tecnologia, o Laboratório Central atende diversas áreas da fábrica, desde a qualificação de fornecedores e insumos, gerando dados para processos físicos e químicos, até a certificação de produtos, como o alumínio primário e suas ligas, a alumina, o pó de alumínio e cabos condutores de energia.

Atualmente composto por 25 técnicos químicos, 3 químicos e 2 técnicos assistentes administrativos, o Laboratório Central é responsável pela geração de aproximadamente 100.000 registros/mês, operando 24 horas por dia, todos os dias da semana.

### **Desenvolvimento do Estudo de Caso**

A competitividade internacional no início da década de 90 associada a uma política agressiva de abertura do mercado brasileiro desencadeou uma preocupação adicional com a melhoria de desempenho interno de cada setor, principalmente na indústria do alumínio.

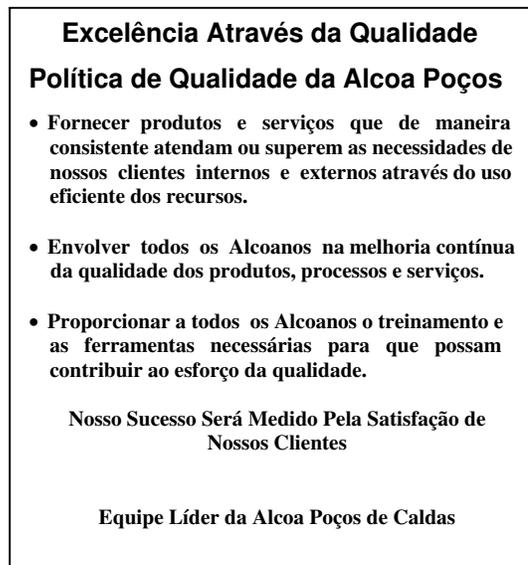
Os processos de melhoria testados e implementados na unidade de Poços ao longo da década de 90, levou ao aprimoramento organizacional do sistema da qualidade da fábrica, direcionando foco para resultados e ressaltando a importância da gestão das pessoas. Neste novo século a Alcoa incorpora o foco também na redução de desperdícios com a introdução do ABS.

O Laboratório Central, como setor de suporte, tem papel fundamental na geração de registros para controle de processos e produtos, e portanto, de influência direta no Sistema Alcoa da Qualidade. Embora muitos dos equipamentos utilizados no Laboratório Central sejam automatizados, a base de geração de registros depende exclusivamente de pessoas, as quais estão subordinadas a um sistema de gestão.

Diante deste cenário, iniciou-se a estruturação de um Sistema de Gestão para o Laboratório baseado na geração de **dados com valor agregado**, isto é, não somente registros ou dados, mas registros interpretados e corretos, com conhecimento agregado, o que contribui significativamente para a geração de resultados com foco nas diretrizes difundidas pela alta administração. Isto tornou-se fundamental para que o Laboratório Central agregasse maior valor de maneira sistêmica a Qualidade Alcoa, conforme enfatiza a Política da Qualidade e os Valores da Alcoa (Figuras 3.2.0 e 3.2.1).

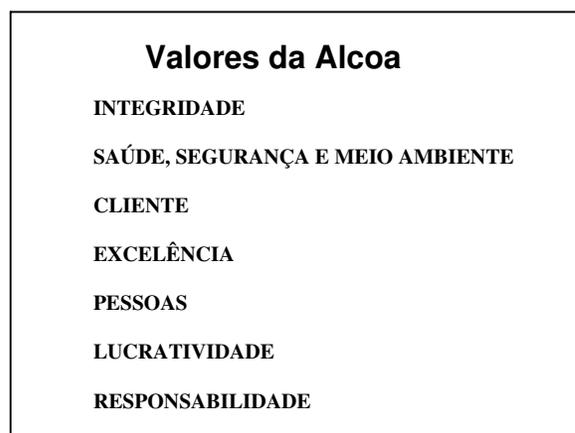
Este Sistema de gestão utilizando indicadores de desempenho será a partir deste momento denominado Desdobramento do Plano Operacional (ou DPO), pois sua base se concentra no Plano Operacional (Plano Diretor) da unidade de Poços e o detalhamento deste plano para o nível operacional (chão de fábrica) equivale a um desdobramento de um plano maior, o que melhor harmoniza ter a denominação DPO para este desenvolvimento.

Figura 3.2.0: Política da Qualidade da Alcoa



Essa estratégia foi planejada na compreensão de que a qualidade é uma preocupação da alta administração destacada na Política da Qualidade e nos Valores da Alcoa.

Figura 3.2.1: Valores da Alcoa



Um plano de ações foi elaborado, em cinco etapas, para implementação do Sistema proposto conforme descrito a seguir:

1. Direcionamento
2. Desenvolvimento
3. Implementação
4. Avaliação
5. Manutenção e Melhoria Contínua

Essas cinco etapas principais foram subdivididas em fases que permitissem uma seqüência de atividades planejadas, inter-relacionadas com todas as etapas, como descrito a seguir:

1. Direcionamento
  - ✓ Comprometimento da alta administração
  - ✓ Diagnóstico da situação atual
  - ✓ Definição do representante da alta administração (Coordenador interno)
  - ✓ Definição e Treinamento da Equipe de Gestão do DPO
  - ✓ Identificação dos processos relacionados à qualidade

## 2. Desenvolvimento

- ✓ Definição das responsabilidades e autoridades das funções organizacionais para a qualidade
- ✓ Definição dos indicadores de desempenho
- ✓ Definição dos objetivos
- ✓ Definição da estrutura e padrão da documentação

## 3. Implementação

- ✓ Palestras de conscientização para os funcionários
- ✓ Definição dos pontos-chave de controle e medição (coleta de dados)
- ✓ Treinamento dos funcionários enfocando resultados analíticos e ferramentas de melhoria
- ✓ Elaboração do programa de auditoria interna

## 4. Avaliação

- ✓ Análise e definição de ações corretivas para as não conformidades detectadas
- ✓ Análise crítica do sistema (formalização da estrutura e periodicidade)

## 5. Manutenção e Melhoria Contínua

- ✓ Avaliação (conforme etapa 4)
- ✓ Avaliação Global do Sistema por pesquisa de clima organizacional

A conscientização e comprometimento da alta administração ocorreu junto com todas as lideranças do Laboratório Central, sendo que essa estratégia contribuiu para fortalecer ainda mais a comunicação interna no setor, departamento e unidade.

Um diagnóstico da situação atual foi obtido por debates em reuniões fora da empresa que indicaram a falta de um plano sistêmico e unificado que pudesse direcionar ao nível dos técnicos químicos, claramente o foco que cada um deve ter na empresa produtora de alumínio, de maneira a contribuir com o trabalho que executa de um modo mais abrangente, que não somente aquele operacional (mecânico).

O representante da administração foi definido em comum acordo pelos participantes da Equipe de Gestão do DPO, composto pela Equipe Líder do Laboratório (ou ELLAB),

denominação que passaremos a adotar quando referir-nos a Equipe de Gestão do DPO. O representante da administração e Coordenador deste Sistema de Gestão é o orientado desta dissertação.

Na etapa de elaboração do DPO, a ELLAB selecionou alguns técnicos químicos conforme sua experiência e contribuições para a Companhia para que auxiliassem na construção do Sistema de indicadores.

Os membros da ELLAB foram treinados nos conceitos e as ferramentas da qualidade a serem aplicadas para o desenvolvimento e implementação do sistema. A partir da assimilação do conhecimento, a Equipe identificou os processos relacionados à qualidade.

A identificação dos processos relacionados a qualidade foi baseada na Política da Qualidade e nos Valores da Alcoa, obtidos a partir dos Planos Operacionais (Planos Diretores) elaborados pela Equipe Líder da Alcoa Poços (alta administração) e Equipes Líderes Departamentais da Redução e Refinaria, que estabeleceram cinco sub-sistemas como direcionadores para melhoria contínua e obtenção de resultados para a fábrica. A partir de debates realizados pela ELLAB foram mapeados os processos nos quais o Laboratório Central está envolvido e proporcionou maior compreensão a todos na implementação do Sistema proposto.

O Laboratório situa-se na Alcoa Poços como área de apoio, prestadora de serviços analíticos de modo a fornecer registros para controle de processo e certificação de produto, além de atuar em áreas de suporte operacional como Engenharia, Manutenção, Energia, Higiene Industrial e Controle Ambiental.

Os principais processos operacionais foram mapeados com suas respectivas relações de influência para a obtenção de resultados para a Companhia (Tabela 3.2.0).

Tabela 3.2.0: Principais processos internos do Laboratório Central.

<b>Sub-Sistema</b>	<b>Processos internos</b>
Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Processo Comportamental de Segurança</li> <li>✓ Programa 5 S</li> </ul>
Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plano de Sugestões Alcoa</li> <li>✓ Treinamento</li> </ul>
Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Custo Operacional Analítico</li> </ul>
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Satisfação dos Principais Clientes Internos</li> <li>✓ Satisfação dos Clientes Externos</li> </ul>
Manufatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mineração</li> <li>✓ Refinaria</li> <li>✓ Redução</li> <li>✓ Controle Ambiental</li> </ul>

Os processos operacionais possuem procedimentos formalizados e disseminados pela empresa, de tal forma a englobar um padrão de atuação e comportamento sobre os mesmos. Ao mesmo tempo, esses procedimentos permitem facilidades para que os Responsáveis pelo Processo possam estar continuamente monitorando os seus resultados e propondo ações de melhorias.

Cada técnico químico é responsável e tem ação nos cinco sub-sistemas influenciando diretamente os resultados da companhia. O papel de cada técnico químico responsabilizando-se pela aplicação e monitoramento de seus processos operacionais, bem como, por seus resultados, permite a ênfase na criação de soluções práticas e objetivas para as não-conformidades e ações de melhorias identificadas.

Os padrões da estrutura e da documentação foram elaborados baseados na experiência adquirida em controle de documentação no Laboratório, enquanto que a estrutura da documentação foi definida baseada nas experiências operacionais utilizadas pela empresa para certificações na ISO 9000 e na participação do Prêmio Nacional da Qualidade. A Tabela 3.2.1 apresenta a estrutura da documentação do sistema proposto.

Tabela 3.2.1: Estrutura de documentação do sistema do DPO do Laboratório

<b>Sub-sistema</b>	<b>Responsável</b>
Saúde, Segurança e Meio Ambiente	Assistente Administrativo 1
Pessoas	Assistente Administrativo 2
Financeiro	Assistente Administrativo 1
Clientes	Químico Staff 2
Manufatura	
– processo Controle Ambiental	Químico Staff 3
– processo Redução	Químico Staff 2
– processo Refinaria	Químico Staff 1
– processo Mineração	Químico Staff 1

No ANEXO V é apresentado um exemplo de documentação utilizado para a coleta de dados do processo SSMA.

Na conclusão da etapa 2 – Desenvolvimento – inicia-se a configuração do Sistema de Gestão por medidas de desempenho e a formatação do quadro de indicadores (DPO).

A partir da implementação do DPO, um plano anual das ações para gestão do próprio sistema foi aprovado pela ELLAB. Este plano serve de referência para as atividades relacionadas aos processos do Laboratório Central. A tabela 3.2.2 demonstra esse plano anual.

Tabela 3.2.2: Plano anual de ações para gestão do DPO.

<b>Ação</b>	<b>Período</b>	<b>Responsável pela Ação</b>	<b>Participantes</b>
1- Reunião para Análise Crítica dos Resultados pela Alta Administração	Mensal	Coordenador Interno	ELLAB
2- Avaliação das Ações corretivas das Não-Conformidades	Mensal	ELLAB	ELLAB
3- Reunião para revisão dos indicadores do DPO	Anual	Coordenador Interno	ELLAB

De acordo com a definição de Gomes & Salas (2001), pode-se afirmar que durante a implementação do DPO no Laboratório Central, o setor passou de uma perspectiva limitada de um controle de gestão baseado normalmente em aspectos financeiros e subjetivo no relacionamento com as pessoas, a uma perspectiva mais ampla do controle de gestão, em que se considera também o contexto em que ocorrem os aspectos ligados à estratégia do negócio, estrutura organizacional, comportamento individual, cultura organizacional e ao contexto social e competitivo.

O Sistema de Gestão por indicadores de desempenho (DPO) tem três objetivos básicos:

- ✓ Nivelar o entendimento das atividades e os objetivos em todos os níveis e setores com as metas do Laboratório Central, para atender a Política da Qualidade da Alcoa;
- ✓ Estabelecer um sistema de avaliação para as atividades e os principais processos do setor, de modo a otimizar o desempenho da organização como um todo;
- ✓ Proporcionar base para análise crítica da alta administração sobre o sistema da qualidade, através da avaliação do cumprimento dos objetivos e metas direcionados pela política da qualidade.

As etapas para definição do quadro de indicadores de desempenho (DPO) são:

1. Entendimento da arquitetura dos indicadores
2. Consenso em função dos objetivos estratégicos
3. Seleção e elaboração dos indicadores
4. Implementação dos indicadores

1. Entendimento da arquitetura dos indicadores

Nesta etapa, a ELLAB foi orientada sobre a aplicação dos indicadores e suas abrangências. O setor objeto deste estudo – Laboratório Central – é uma área de apoio de uma unidade de negócios produtora de alumínio. Neste sentido, definiu-se o DPO em função do escopo aplicado à implementação do Sistema de Gestão somente deste setor e que posteriormente serviria de modelo para outros Laboratório da Alcoa.

Nesta etapa também se define o conceito de visão de futuro da corporação (Figura 3.2.2) que deve ser traduzido e incorporado aos objetivos e política da qualidade do setor, com ênfase no caso desse negócio ser a prestação de serviços analíticos para produzir alumínio.

Figura 3.2.2: Visão da Alcoa



## 2. O consenso em função dos objetivos estratégicos

Nesta etapa é preparada a base do quadro de indicadores, em função da documentação interna do setor para análise conjunta da ELLAB, para levantamento das medidas que evidenciem os resultados dos pontos-chave dos processos do setor, com ênfase nos processos relacionados à gestão da qualidade.

## 3. Seleção e elaboração dos indicadores

Nesta etapa, devem estar englobadas as metas primárias do setor para atender a sua estratégia e políticas internas, bem como, devem ser identificados os fatores vitais para o setor monitorar os seus processos e atingir suas metas, de tal forma a determinar quais medidas de desempenho de resultados devem ser monitorados.

Para se obter um bom quadro de indicadores, baseado no modelo do Balanced Scorecard, deve haver uma combinação adequada de resultados (indicadores de ocorrência) e sub-sistemas de desempenho (indicadores de tendência), ajustados aos objetivos estratégicos do negócio.

No Laboratório foram definidas as metas primárias para atendimento da política da qualidade, sob cinco sub-sistemas:

- ✓ SSMA (perspectiva de Saúde, Segurança e Meio Ambiente)
- ✓ Pessoas (perspectiva de gestão de pessoas)
- ✓ Financeiro
- ✓ Clientes (perspectiva dos Clientes Internos e Externos)
- ✓ Manufatura (perspectiva dos processos)

As metas primárias definidas foram:

Sub-sistema: SSMA

- ✓ Redução do número de incidentes dentro e fora do trabalho
- ✓ Melhoria do ambiente de trabalho

Sub-sistema: Pessoas

- ✓ Otimizar o conhecimento e comprometimento do técnico químico (neste trabalho: chão de fábrica)

Sub-sistema: Financeiro

- ✓ Redução de Custos Operacionais Analíticos

Sub-sistema: Clientes

- ✓ Satisfação de Clientes Internos e Externos
- ✓ Lucratividade dos Clientes Internos e Externos
- ✓ Comunicação Clara

Sub-sistema: Manufatura

- ✓ Melhoria Contínua e Redução de Variabilidade Analítica

Na Tabela 3.2.3 é descrita a estrutura do Sistema de Gestão proposto. Para melhor interpretação dos dados desta Tabela, abaixo são esclarecidos algumas abreviações apresentadas na mesma.

Tabela 3.2.3 – Estrutura de Indicadores do Desdobramento do Plano Operacional.

Metas Primárias	Indicadores de Desempenho	
	Indicadores de Resultados	Indicadores de Tendências
<b>SSMA</b> ✓ Reduzir os Incidentes de Trabalho com Lesão Total ✓ Melhorar o ambiente de Trabalho	✓ Demonstrativo de resultados de incidentes do trabalho ✓ Pesquisa de Clima Organizacional	✓ Número de Potenciais (*) ✓ Taxa de Frequência de Incidentes no Trabalho ✓ Auditoria no Programa 5 S
<b>Pessoas</b> ✓ Otimizar o conhecimento e comprometimento do técnico químico	✓ Nº de Sugestões Aprovadas ✓ Pesquisa de Clima Organizacional	✓ % participação em treinamentos programados ✓ Absenteísmo
<b>Financeiro</b> ✓ Reduzir o Custo Operacional Analítico	✓ Demonstrativo de resultados financeiros	✓ Nº de Sugestões aprovadas com retorno financeiro
<b>Clientes</b> ✓ Satisfazer os clientes internos e externos ✓ Contribuir para lucratividade dos clientes internos e externos ✓ Comunicação Clara	✓ Pesquisa de Satisfação de Clientes ✓ Custo Operacional da alumina e alumínio	✓ Reclamações de Clientes
<b>Manufatura</b> ✓ Melhoria Contínua e Redução de Variação Analítica	✓ Demonstrativo de resultados de ROI(**) para alumina e alumínio	✓ Coeficiente de Variação das principais análises físico-químicas

(\*) Potencial é uma ferramenta de segurança utilizada na Alcoa, na qual qualquer funcionário que identifique uma situação de risco de segurança, deve documentá-la e gerar ações imediatas para a sua correção. (Alcoa Alumínio S/A, 1996)

(\*\*) ROI significa Taxa de Retorno Sobre o Investimento (do inglês: Return On Investment). É uma relação entre o lucro e o capital investido, segundo Cogan (1999).

#### 4. Implementação dos Indicadores

Nesta etapa, antes da implementação dos indicadores, foram definidas as seguintes fases:

- ✓ Definição das pessoas responsáveis pela medição: quem vai medir ?
- ✓ Definição do período de medição: quando medir ?
- ✓ Definição das fontes de informações e suas evidências: como medir ?
- ✓ Analisar os resultados obtidos e o valor das medidas na tomada de decisões: por que medir ?

##### **Definição das pessoas responsáveis pela medição. Quem ?**

Devem estar englobados os responsáveis pelos processos de coleta de dados para alimentar o quadro de indicadores definido na etapa anterior (Tabela 3.2.1).

##### **Definição do período de medição. Quando ?**

Devem estar estabelecidos os períodos de coleta de dados e apresentação dos resultados para análise. No Laboratório Central, a ELLAB reúne-se na Segunda semana de cada mês para avaliar os indicadores de desempenho do DPO para uma reunião de análise crítica.

##### **Definição das fontes de informações e suas evidências. Como ?**

Deve estar englobado o sistema de informações para coletas de dados de cada indicador. No caso do Laboratório Central, um Programa computacional, responsável pelo gerenciamento de todos

os dados emitidos de análises físico-químicas, denominado Sistema Laboratorial, é uma das principais fontes de dados para compor o sub-sistema Manufatura.

**Analisar os resultados obtidos e o valor das medições na tomada de decisões. Por que ?**

Nesta etapa deve ser analisados os resultados apresentados pelos indicadores e verificada a necessidade de aplicação de ações corretivas e/ou melhorias.

## **Capítulo 4**

### **Resultados e Discussão**

Os planos diretores dos departamentos e da unidade de negócio da Alcoa Poços serviram como foco para o planejamento do DPO. O Laboratório Central tem controle independente e característico dos outros setores da unidade de negócio, portanto, os seus indicadores também refletem esta peculiaridade. Para acompanhar a eficácia do DPO, os seus principais indicadores de resultados foram as produções de aluminas e alumínio, e seus respectivos custos operacionais, avaliados mensalmente pela alta administração da Alcoa Poços, que não serão abordados nesta dissertação por motivo de confidencialidade, entretanto os indicadores exclusivos do Sistema de Gestão proposto é apresentado neste capítulo nos quais seus resultados são discutidos.

Os resultados do DPO do Laboratório são apresentados mensalmente aos técnicos químicos (ANEXOS VI e VII), onde se discutem oportunidades de melhoria e o grupo operacional com melhor resultado no trimestre é premiado e reconhecido pela Superintendência (ANEXO VIII).

#### **4.1 Sub-sistema: Saúde, Segurança e Meio Ambiente**

Os indicadores de SSMA têm foco diferenciado em relação as outras medidas do quadro de indicadores, por ser a base para um desenvolvimento eficaz e sustentável a médio e longo prazo, com o objetivo de adequar o ambiente as melhores condições de saúde e segurança, sem afetar o Meio Ambiente no qual a empresa se insere.

O número de incidentes dentro do trabalho são indicadores de ocorrência muito úteis para a empresa, entretanto, eles são incorporados aos indicadores da Alta Administração, que através da análise crítica mensal, garante ações de correção para estes indicadores, que posteriormente são passados para os demais setores.

O indicador TFI-R é calculado a partir da equação abaixo:

$$\text{TFI-R} = \frac{\text{Número de Acidentes}}{\text{Horas de Exposição ao Risco}} \times 10^6$$

O Laboratório Central apresentou em 2000 e 2001, um acidente dentro do trabalho em cada ano, classificados como primeiros socorros. Em ambos os casos, não houve necessidade de afastamento, nem restrição ao trabalho, dada a não gravidade dos acidentes. Em 2002, não houve acidentes no trabalho. Estes resultados são expressos pelo indicador de tendência Taxa de Freqüência de Incidentes Registráveis (TFI-R) no trabalho que é apresentado na Tabela 4.1.0. Os resultados de TFI-R apresentaram números baixos, indicando que o valor Segurança existe e está sendo praticado no dia a dia no Laboratório.

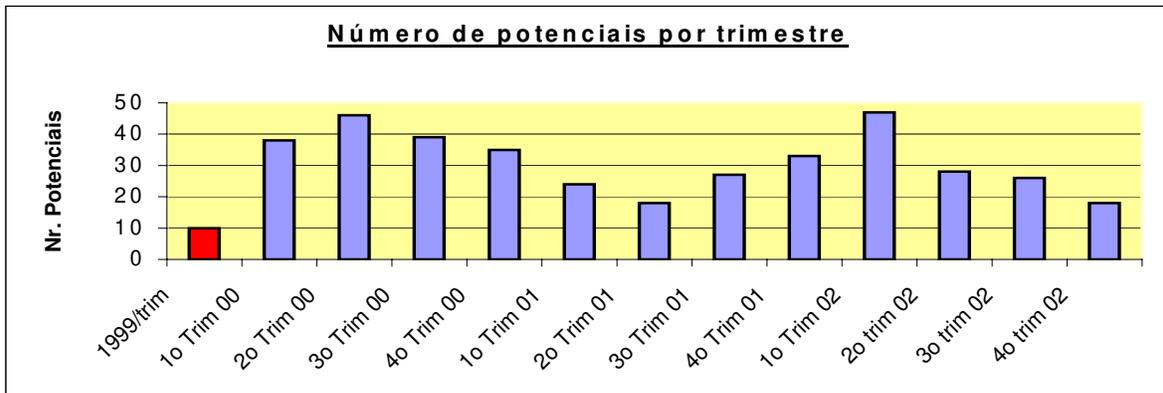
Tabela 4.1.0: Resultados obtidos em SSMA para o Laboratório Central.

Indicador	2000	2001	2002
TFI-R	0,52	0,50	0,00
Número de Potenciais	159	102	119
% Salas no Programa 5 S	97 % → 1º S 3 % → 2º S	70 % → 3º S 20 % → 2º S 10 % → 1º S	46% → 5º S 36% → 4º S 18% → 1º ao 3º S

Uma contribuição significativa para a manutenção do nível de incidentes baixos foi a realização de potenciais (Figura 4.1.0), onde a relação anual potencial/funcionário do Laboratório passou de 1,68 (= 42 potenciais / 25 técnicos químicos) em 1999 para 4,08 (= 102 / 25) em 2001, com uma elevação de 243 %, o que indica uma elevação do nível de conscientização em relação a segurança dos funcionários do Laboratório Central. Em 2002, esta taxa ficou em 4,76 (= 119 / 25), indicando uma tendência de estabilização próximo ao valor alvo definido pela Equipe de Gestão do DPO, que é ter 120 potenciais/ano (taxa equivalente de 4,80/ano). A realização de potencial

configura-se como parte de um programa comportamental, no qual o funcionário é estimulado a procurar identificar e eliminar situações de risco, estando alerta para evitar acidentes e desenvolvendo um comportamento seguro dentro e fora do trabalho. Isto estimula a manutenção de níveis baixos de incidentes no setor, contribuindo para minimizar perdas sociais e financeiras.

Figura 4.1.0: Gráfico do Desempenho de potenciais no Laboratório Central.



Outro indicador de tendência é o % de atendimento aos itens de auditoria de 5 S, expresso no DPO pela classificação do % de salas no Programa 5 S. Os itens foram verificados em auditorias mensais utilizando o formulário próprio (ANEXO XIII). O Laboratório Central mostrou evolução dentro do programa 5 S, no qual em início de 2000 a maioria das salas (97%) encontrava-se no 1º S e em 2002 a maioria das salas (82%) evoluiu para o 4º e 5º S (Tabela 4.1.0). No ANEXO IX encontra-se um exemplo de uma sala no 5º S utilizada e mantida por mais de 10 técnicos químicos que trabalham em turno, e expressa o comprometimento de todos com a nova cultura no Laboratório.

#### 4.2 Sub-sistema: Pessoas

Este sub-sistema está essencialmente definido em função dos resultados da Pesquisa de Clima Organizacional, de tal forma a traduzir os valores e política da empresa em metas específicas, dentro do seu setor de atuação.

A Pesquisa de Clima Organizacional é medida através de pesquisas realizadas por empresas especializadas subcontratadas, independentes de influência interna, para assegurar efetiva credibilidade sobre os resultados para a alta administração e os funcionários da empresa. Os resultados da pesquisa de clima organizacional são avaliados em reuniões departamentais, e ações corretivas são definidas juntamente com cada setor para a melhoria das condições de trabalho. A classificação das respostas na pesquisa de Clima Organizacional é de 0 a 10. Uma meta de atingir um mínimo de 8,1 foi estabelecido pela Equipe de Gestão do DPO para 2002, sendo que um valor de 7,5 corresponde a uma classificação "Muito Bom", enquanto que 10 corresponde a "Excelente".

A Pesquisa de Clima Organizacional mostrou uma evolução de 8% para o Laboratório de 2000 para 2001, onde passou de uma nota de 7,5 para 8,1. Em 2002 passou para 8,2, o que mostra que os funcionários estão satisfeitos com a estrutura organizacional que os sustentam. Apesar deste indicador ter uma amplitude elevada sobre todo o Sistema de Gestão, o mesmo indica que provavelmente a implementação do DPO agregou o técnico à empresa elevando sua auto-estima e contribuiu para elevar a produtividade dos funcionários, externados por outros indicadores do DPO, como os do sub-sistema Manufatura, a serem discutidos neste capítulo mais a frente.

Tabela 4.2.0: Resultados do sub-sistema Pessoas para o Laboratório Central.

<b>Indicador</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Pesquisa de Clima Organizacional	7,5	8,1	8,2
Nº de Sugestões Aprovadas	44	43	53
Absenteísmo	0,22	0,22	0,33
% de participação em treinamentos	85	99	100

A elevação do número de sugestões aprovadas em 1999 de 38 para 43 em 2001 e 53 em 2002, indica uma tendência clara de uma contribuição cada vez mais efetiva dos técnicos químicos com as metas do Laboratório e conseqüentemente com os objetivos da empresa. Estes resultados também refletem o nível crescente de aprendizagem e conhecimento dos funcionários do Laboratório, que se traduzem em melhorias efetivas dos processos nos quais todos estão envolvidos, alinhado com as diretrizes da Filosofia de Deming em Melhoria Contínua, onde todos fazem isto acontecer.

O absenteísmo global apresentado na Tabela 4.2.0 não expressa a influência do Sistema de Gestão neste indicador. É necessário decompor este indicador para entendê-lo melhor. Em 2000, 70% do absenteísmo (i.e., 0,15% dos 0,22%) ocorreu devido a ausência inconseqüente (sem justificativa) de funcionários. Em 2001 e 2002, não ocorreu nenhuma ausência inconseqüente, mas somente ausências justificadas, ou seja, folga remunerada devido a participação em eleições governamentais ou ausência médica. Portanto houve uma queda de 0,15% para 0,00% no absenteísmo de 2000 para 2002, considerando somente as ausências sem justificativas, i.e., sem amparo de justificação baseado em leis trabalhistas. Os resultados significativos obtidos em absenteísmo (considerando ausências sem justificativas) demonstram o maior compromisso dos técnicos com a empresa, gerando menor desgaste por movimentação de pessoal em razão de ausência de funcionário.

O % de participação em treinamentos que em 1999 era de 65 % e passou em 2002 para 100%, reforça a evidência de um engajamento dos técnicos pela busca do "Conhecimento Profundo", base para um Sistema de Gestão em consonância com as diretrizes da Filosofia de Deming, o que tem contribuído para a geração de melhorias contínuas, expressas pela elevação de sugestões apresentadas a partir da implementação do DPO (Tabela 4.2.0). Dentre os treinamentos realizados, destacam-se a difusão de conhecimento sobre tópicos como "Amostragem" e "Análises Químicas e Físicas", os quais passaram a fazer parte de um programa contínuo de reciclagem e os quais colaboraram para situar a responsabilidade do Laboratório e dos Técnicos Químicos na empresa.

O número de sugestões aprovadas e o % de participação em treinamentos são indicadores que traduzem diretamente o compromisso de todos os funcionários do Laboratório com a "Melhoria Contínua", baseada na aquisição do "Saber Profundo", indicando que os preceitos da Filosofia de Deming estão sendo exercidos no Sistema de Gestão, conforme proposto.

### 4.3 Sub-sistema: Financeiro

A redução significativa do custo operacional global do Laboratório de 15,9 % em 1999 para 2002, equivalente a uma economia de US\$ 50.040 / ano, reflete as ações e contribuições dos técnicos químicos e químicos, que através de seus conhecimentos e trabalhos de melhorias contínuas e inovação aplicadas as suas atividades rotineiras no Laboratório Central, tem levado a mudanças, indicando a formação de um sistema orgânico único, onde todos saem ganhando.

A elevação do número de sugestões aprovadas com retorno financeiro (Tabela 4.3.0) obtida através do Plano de Sugestões e a economia gerada que em 1999 era de US\$ 0,00 / ano e em 2002 alcançou US\$ 14.230,00 / ano, indica que há um alinhamento entre foco de redução de custo e a habilidade para resgatar os conhecimentos tácitos do técnico químico nas tarefas do seu dia a dia, de modo a ter uma contribuição significativa, a partir da implantação do Sistema de Gestão proposto, resgatando a Constância de Propósito que o Laboratório deve ter no meio que se insere e em sintonia com a Filosofia de Deming.

Tabela 4.3.0: Resultados do sub-sistema Financeiro para o Laboratório Central.

<b>Indicador</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Nº de Sugestões Aprovadas com retorno financeiro (Retorno Financeiro obtido em US\$)	3 ( 1.454)	4 (1.916)	5 (14.230)

### 4.4 Sub-sistema: Clientes

Os indicadores de resultados do sub-sistema clientes são as Pesquisas de Satisfação de Cliente (Interno e Externo) e os custos operacionais dos principais produtos da fábrica: alumina e alumínio. As Pesquisas de Satisfação de Clientes Externos são realizadas por empresas especializadas subcontratadas para aferir confiabilidade e confidencialidade sobre as informações geradas. Estas são realizadas anualmente e avaliadas junto a Alta Administração.

As Pesquisas de Satisfação de Clientes Internos seguem metodologia Padrão Alcoa, em que em uma primeira etapa o Cliente e o Fornecedor (neste caso, Laboratório Central) são convidados

a elaborar isoladamente uma lista de requisitos que afetem o negócio do Cliente. Trata-se do levantamento de uma lista sob visões diferentes. A cada listagem é solicitada para aferir um peso a cada requisito levantado. Numa Segunda etapa, estas duas listas são confrontadas e através de um consenso e levando-se em consideração os pesos aferidos, é elaborado o Formulário de Pesquisa de Satisfação de Cliente. Numa terceira etapa, define-se os critérios de pontuação. A metodologia sugere uma pontuação de 0 a 10, de acordo com o grau de satisfação do cliente. Este processo foi aplicado aos principais clientes do Laboratório Central e sua frequência de realização pode variar de mensal a trimestral, conforme estabelecido entre cliente-fornecedor. No fechamento dos dados de uma pesquisa de cliente interno, cliente e fornecedor se reúnem para levar a um consenso o resultado da pesquisa. Em 2002 este tipo de ferramenta foi aplicada a 60 % dos principais clientes do Laboratório Central, com pesquisas mensais e trimestrais. As Pesquisas de Satisfação de Clientes Internos (ou PSCI) atendem a meta primária de comunicação clara e objetiva, documentada entre Cliente e Fornecedor, contribuindo para a obtenção de resultados tangíveis.

As reclamações de clientes externos são registradas em Programa Computacional, denominado AOL (Atendimento On Line), integrado ao Sistema de Qualidade da unidade de negócios, avaliados mensalmente pela Equipe Líder da Alcoa Poços e pela Equipe Líder da Refinaria, na qual a ELLAB acompanha.

As reclamações de clientes internos (que incluem não-conformidades de Clientes Externos) são indicadores que avaliam as tendências dos resultados de satisfação sobre o serviço prestado, sendo que as suas dimensões estão definidas em função do prazo de entrega de resultados analíticos, comunicação clara e cordial, atendimento a emergências e testes analíticos planejados, e confiabilidade analítica. As reclamações de clientes internos são registradas em documentos próprios nos quais é possível fazer uma análise da causa raiz e documentar as ações planejadas para a sua eliminação.

Tabela 4.4.0: Resultados do sub-sistema Clientes para o Laboratório Central.

<b>Indicador</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
Nº de Reclamações de Clientes Internos	51	32	37
Grau de Satisfação de Clientes Internos	8,5	9,9	8,6

Houve uma tendência de queda do número de reclamações de Clientes Internos de 2000 (51) para 2002 (37), embora em 2002 tenha ocorrido uma ligeira elevação em relação a 2001 (32), como é mostrado na Tabela 4.4.0. O comportamento deste indicador é explicado pela evolução do Sistema de Gestão que em 2002 passou a utilizar novo formulário (ANEXO X) para análise da Reclamação de Clientes Internos (RCI) e pelo treinamento dos técnicos químicos para registrar, analisar e eliminar reclamações detectadas, ampliando a fonte de coleta de dados, e consequentemente, com elevação do número de Reclamações. Os técnicos químicos foram responsáveis pelo preenchimento de 10 formulários de RCI em 2002. Em 2000 e 2001, somente os químicos e os clientes registravam Reclamações de Clientes. Em 2002, além dos químicos e clientes, os técnicos químicos, também passaram a detectar Reclamações, mesmo que levantadas por operadores das áreas produtivas. Todas estas Reclamações detectadas, posteriormente passam por um processo de validação, que consiste em investigar se tem procedência a Reclamação, isto é, se realmente ocorreu algum problema e se este problema foi ocasionado pelo Laboratório Central, caso contrário, a Reclamação não é considerada no DPO. Esta tendência de redução do número de reclamações de clientes internos indica uma melhoria da qualidade dos serviços prestados pelo Laboratório a seus clientes.

O grau de satisfação dos clientes internos também indica uma clara satisfação com o Laboratório Central, embora em 2002, tenha ocorrido uma queda. Isto explica-se devido ao fato que em 2002 a Pesquisa foi estendida para um público maior de clientes, i.e., de 20% em 2000 e 2001, para 60% dos clientes em 2002. Portanto pode-se concluir que houve uma tendência de elevação na satisfação de 20% dos clientes do Laboratório, de 2000 para 2001. Entretanto, quando o Laboratório estendeu esta pesquisa para 60% de seus principais clientes, novas oportunidades de melhoria passaram a ser conhecidas e o Laboratório respondeu adequadamente a estas novas oportunidades, uma vez que obteve uma média anual de 8,6 em 2002. Considerando que o valor de 7,5 (equivalente ao grau "Satisfeito" na Pesquisa) foi o objetivo traçado no DPO para 2002, conclui-se que o Laboratório tem atendido os requisitos de 60% de seus principais clientes.

#### 4.5 Sub-sistema: Manufatura

As perspectivas dos processos estão definidas em função dos processos críticos que atendam as metas primárias do sub-sistema cliente, em conformidade com os requisitos dos objetivos e política da qualidade. Os demonstrativos de resultados da empresa em relação ao ROI para a produção de alumina e alumínio, obtidos mensalmente e avaliados em reuniões de análise crítica da Equipe Líder da Alcoa Poços são os indicadores de resultados, que por confidencialidade, não serão expostos e discutidos neste trabalho.

Nos processos operacionais analíticos, as medidas de desempenho estão relacionadas às dimensões consideradas críticas para a excelência do serviço de análise físico-química e que atendam aos objetivos e políticas da qualidade.

Tabela 4.5.0: Indicadores do sub-sistema Manufatura do Laboratório Central.

Processo	Indicador	Objetivo		
		2000	2001	2002
Refinaria	CV Relação Alumina/Soda	0,39	0,33	0,30
Redução	CV Relação $AlF_3$ / NaF	0,50	0,28	0,25

Para a melhoria dos resultados analíticos do Laboratório foi adotado o uso do CEP, para que cada técnico, após treinado, pudesse identificar e eliminar causas especiais durante a realização da análise química. Entretanto fez necessário utilizar alguma ferramenta para medir a eficácia do uso do CEP, a qual passou a ser feita através da variação analítica.

Os indicadores do sub-sistema Manufatura são baseados na variação analítica expressos como Coeficientes de Variação (CV). O coeficiente de variação é calculado pela divisão do desvio-padrão pela média, cujo resultado final é multiplicado por 100, para ser expresso em %. Para uma avaliação objetiva do Sistema de Medição, um padrão de referência com grau analítico, na faixa de trabalho dos valores obtidos para a análise em rotina é definido. A partir de medições realizadas no equipamento analisador sobre este padrão de referência definido, são gerados dados, os quais são utilizados para cálculo da média e desvio-padrão, que também são utilizados para o

cálculo do Coeficiente de Variação (CV). Quanto menor a variação analítica, i.e., quanto menor o coeficiente de variação, menor o impacto do Laboratório sobre o processo produtivo e portanto, mais eficientes passam a ser as análises químicas e físicas.

Para um melhor controle das análises no Laboratório Central, todos analisadores possuem um padrão de referência, o qual é analisado juntamente com a amostra, como uma atividade rotineira. Portanto, dados do padrão de referência são gerados constantemente, permitindo uma análise permanente e atual dos Sistemas de Medição.

Tabela 4.5.1: Resultados do sub-sistema Manufatura para o Laboratório Central.

<b>Indicador</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
CV Relação $Al_2O_3$ / NaOH no licor cáustico	0,450	0,346	0,280	0,284
CV Relação $AlF_3$ / NaF no banho eletrolítico	0,378	0,324	0,261	0,223

O indicador Coeficiente de Variação (CV) da "Relação  $Al_2O_3$  / NaOH no licor cáustico" expressa a variação da análise química da relação entre o teor de alumina dissolvida e o teor de soda cáustica, solvente em que a alumina é solúvel. Esta relação está condicionada diretamente à satisfação do cliente interno Refinaria, pois impacta no controle do principal processo do departamento e conseqüentemente influe na produção e custo da alumina. A inter-relação destas influências impactam diretamente em clientes externos de aluminas, bem como, no principal cliente interno da Refinaria, o Departamento de Redução. A relação  $Al_2O_3$  / NaOH é determinada quimicamente por um analisador de alumina e soda cáustica, que utiliza a técnica de titulação ácido-base no modo dinâmico em tituladores automáticos.

Observa-se uma diminuição na variabilidade da análise da relação  $Al_2O_3$  / NaOH para o licor cáustico expressa pela redução do CV em 37% (Tabela 4.5.1) onde se passou de 0,45 para 0,28%, evidenciando uma melhoria num sistema de medição pré-definido no DPO. O estudo estatístico que mostra esta melhoria encontra-se no ANEXO XI.

O indicador Coeficiente de Variação (CV) da "Relação  $AlF_3$  / NaF" expressa a variação da análise química da relação entre dois sais que formam uma substância denominada "criolita",

usada como fundente nas cubas eletrolíticas, para dissolver a alumina e reduzi-la a alumínio. O controle da relação destes sais influe diretamente na energia gasta para transformar a alumina em alumínio, e portanto, influe no custo do alumínio, uma vez que a energia consumida no processo de redução equivale a aproximadamente 40 % do custo do alumínio. Este indicador está relacionado diretamente a satisfação do cliente interno (Departamento de Redução), devido ao impacto em seus custos e controles operacionais, bem como, impacta Clientes Externos de alumínio. A relação  $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$  é determinada quimicamente por um analisador de  $\text{AlF}_3$  e  $\text{NaF}$ , que utiliza a técnica de amperometria.

Observa-se uma diminuição na variabilidade da análise da relação  $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$  para o banho eletrolítico expressa pela redução do CV em 41% (Tabela 4.5.1) onde se passou de 0,38 para 0,22%, evidenciando uma melhoria em outro sistema de medição pré-definido no DPO. O estudo estatístico que mostra esta melhoria encontra-se no ANEXO XII.

As duas reduções de variabilidade em análises químicas obtidas para o sub-sistema Manufatura mostram os resultados da sintonia, foco e compromisso dos técnicos e químicos em contribuir com melhorias significativas para a empresa, evidenciando o cumprimento dos objetivos do DPO.

O Sistema de Gestão implementado reúne todas as idéias básicas do ABS (Sistema Alcoa de Qualidade), como a integração do setor à fábrica, colocando o Laboratório focado em resultados para o todo (a fábrica). A idéia de melhoria contínua pode ser verificada pelo próprio Sistema de Gestão implementado, onde resultados são avaliados continuamente, na busca pela excelência, além de ferramentas utilizadas como o CEP no sub-sistema Manufatura. As Pesquisas de Satisfação de Clientes respondem pela terceira idéia básica do ABS, onde o Laboratório procura identificar oportunidades de melhoria para melhor atender seus clientes. Esta similaridade do ABS com os pilares deste trabalho (Filosofia Deming) auxiliaram para o amadurecimento do Sistema de Gestão implementado (DPO), bem como, pelo apoio apresentado pela alta administração no desenvolvimento do mesmo. O Sistema de Gestão do Laboratório, neste contexto, não é um “oásis” em um deserto, mas, mais um meio pelo qual outros setores podem e estão aprendendo e difundindo conhecimento, para obter resultados.

Dentre os principais pontos do ABS, destaca-se que o Laboratório foi o primeiro setor a adotar o formulário do Sistema de Gerenciamento de Perdas (SGP), o qual passou a ser utilizado diretamente para anotar as Não Conformidades e Reclamações, sendo indicado no início de 2002, como área destaque no uso e difusão de conhecimento pelo uso dos formulários de SGP's. Pois cada Reclamação e Não Conformidade, nada mais é, do que perda de tempo de cliente e fornecedor na busca pelo resultado e o dado correto. Toda e qualquer reclamação deve ser registrada e eliminada.

Em resumo, podemos afirmar que o Sistema de Gestão implementado, em sintonia com o ABS, baseado em Medidas de Desempenho, tornou o Laboratório mais eficaz e eficiente em sua gestão para atender e responder melhor as necessidades de seus clientes, contribuindo de maneira efetiva para o sucesso da corporação.

## Capítulo 5

### Conclusões e Sugestões para próximos trabalhos

Este trabalho visou contribuir para a estruturação de um Sistema de Gestão, baseado na filosofia de Deming. A implantação do Sistema de Gestão no Laboratório Central da unidade de Poços de Caldas/MG da Alcoa Alumínio S/A caracterizou-se pela identificação de sub-sistemas, os quais estavam alinhados com a política de qualidade e objetivos da empresa. A partir destes sub-sistemas, metas primárias foram criadas para o setor Laboratório e desdobradas até o nível operacional, os técnicos químicos, os quais passaram a participar dentro de um sistema, da gestão de resultados para a empresa, podendo contribuir diretamente para o desenvolvimento do setor e da companhia. O Balanced Scorecard auxiliou na operacionalização do Sistema de Gestão proposto, o qual facilitou mensurar os resultados, bem como, acompanhá-los e realizar necessárias correções devido a desvios das metas pré-estabelecidas.

O planejamento de treinamentos enfocando o "Conhecimento Profundo" sobre a área de atuação, no qual conceitos como amostragem, variabilidade, bem como, a disseminação de ferramentas de melhoria, como o Alcoa Business System, Programa 5 S, as cartas de controle, dentre outros no Sistema de Gestão implementado, levaram o Laboratório da Alcoa Poços a superar metas significativas na melhoria de processos analíticos, exemplificados pelas análises das relações Alumina e Hidróxido de Sódio ( $Al_2O_3 / NaOH$ ) e Fluoreto de Alumínio e Fluoreto de Sódio ( $AlF_3 / NaF$ ), nas quais houve redução na variabilidade analítica de 37% e 41%, respectivamente, de 1999 para 2002.

A tendência de queda expressiva do número de reclamações de clientes internos de 51 em 2000 para 37 em 2002 (redução de 27%), indica uma elevação da qualidade dos serviços prestados pelo Laboratório, em consequência das identificações de oportunidades de melhoria e a correção das mesmas.

A economia gerada em 2002 de US\$ 14.230 devido a sugestões dos técnicos químicos demonstram o grau de envolvimento e comprometimento das pessoas com os objetivos do setor e da companhia, e evidencia que a Melhoria Contínua, baseada em Conhecimento, postulado por Deming, permeia o Sistema de Gestão implementado.

Os resultados em SSMA expressos pela elevação da taxa de potencial/funcionário em 243% em 2001, comparado a 1999, e sua manutenção nos mesmos níveis em 2002, indicam uma sintonia de comportamento e participação dos técnicos químicos na Gestão dos resultados da empresa, com contribuições significativas na manutenção de taxas baixas de acidentes, ressaltando o Valor Segurança.

O principal sub-sistema, e alicerce deste Sistema de Gestão, encontra-se no envolvimento das pessoas, i.e., nos técnicos químicos, que através da combinação dos três aspectos mencionados no diagrama de Venn (físico, lógico e emocional), tornou possível a realização deste trabalho. Embora que, para alcançar esta combinação, houve a necessidade fundamental do reconhecimento daqueles que mais contribuem para o sistema. Este reconhecimento foi enfocado neste trabalho através da divulgação dos grupos de técnicos químicos e da exposição dos mesmos para a alta direção do Laboratório, explorando as recompensas citadas por Adizes (2001).

O DPO caracterizou-se por uma sistematização e foco em resultados, estruturado de maneira a tornar o Laboratório um sistema orgânico, interdependente com a empresa, no qual cada membro da equipe (técnico químico) passou a ter um direcionamento sobre o que deve ser feito e portanto reconheceu seu espaço na organização, elevando sua motivação e resgatando o técnico químico para o propósito de seu trabalho, conforme diretriz da filosofia de Deming.

Os resultados obtidos nos cinco sub-sistemas estruturados do DPO demonstram que o Sistema de Gestão implementado atingiu seus objetivos e levou o Laboratório a uma condição de gestão operacional mais eficaz e eficiente, agregando significativo valor aos dados (de análises químicas e físicas) e a todos os funcionários do setor, através da sinergia, intrínseca na operacionalização deste Sistema, com resultados em coerência com a Filosofia de Deming.

## **O Futuro**

A globalização instiga a uma maior concorrência entre as empresas, no qual cada uma passa a se assemelhar mais as outras, e onde a vantagem competitiva passa a ser as pessoas e a maneira como estas agregam valor ao negócio. O desenvolvimento do processo no qual torna as pessoas em uma organização um diferencial competitivo para uma companhia depende de vários fatores, como a motivação, as ferramentas identificadas em relação as necessidades situacionais, e fundamentalmente, da gestão do conhecimento intrínseco neste sistema. A motivação e a Gestão do Conhecimento são temas atuais, que aprofundam a eficácia deste Sistema, e que são passíveis de desenvolvimento no futuro em estudos acadêmicos e industriais.

O Sistema de Gestão implementado também tende a tornar-se mais robusto, na medida que o Componente "Melhoria Contínua" seja melhor explorado. Para isto, há a necessidade de um aprofundamento em mecanismos de desenvolvimento e manutenção do “conhecimento agregado”, de modo a refinar a gestão do Saber, moldando e levando a uma gestão da cultura organizacional. A organização que melhor gerir a sua cultura, focada na melhoria contínua, estará garantindo seu futuro e portanto, isto caracteriza-se como outro tema a ser também melhor desenvolvido, explorado e aprimorado no futuro no meio acadêmico e industrial.

Outro aspecto importante a mencionar em futuros trabalhos é a aplicação dos conceitos deste trabalho em resultados obtidos em intervalos de tempo menores, como indicadores trimestrais ou mesmo mensais, no qual ferramentas estatísticas poderão auxiliar, melhorando a avaliação dos indicadores e facilitando a tomada de decisão.

## Referências Bibliográficas

Adizes, I. *Os Ciclos de Vida das Organizações*. Tradução Carlos Afonso Malferrari. 1ª ed. São Paulo: Pioneira, 2001. 379 p.

Alcoa Alumínio S/A. *Relatório de Inscrição do Prêmio Nacional da Qualidade*. Poços de Caldas, 1996.

Alcoa Alumínio S/A. *Alcoa University: Alcoa Business System*. Poços de Caldas, 2000. Paginação irregular. Não publicado.

Alcoa Incorporation. *Technical Report*. Pittsburgh, 2000. Não publicado.

Associação Brasileira do Alumínio. *Anuário Estatístico*. São Paulo, 2001.

Associação Brasileira do Alumínio. Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Ligeiro Aumento na Taxa de Acidentes no primeiro semestre de 2002*. Disponível em: <[http://www.abal.org.br/quem/index.cfm?frame=quemsomos\\_comissoes](http://www.abal.org.br/quem/index.cfm?frame=quemsomos_comissoes)>. Acesso em: 16 fev. 2003.

Bertalanffy, L. V. *Teoria General de los Sistemas*. Tradução Juan Almela. 5ª ed. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1986. 311p.

Bio, S. R. *Sistemas de Informação*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1985. 183 p.

Bohn, R. E. *Measuring and Managing Technological Knowledge*. MIT Sloan Management Review, Massachusetts, Fall, pp. 61-73, 1994.

Campos, V. C. *Controle da Qualidade Total*. 8<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999. 230 p.

Cochran, W. G. *Técnicas de Amostragem*. R. de Janeiro: Cultura/USAID, 1965. 549 p.

Cogan, S. *Custos e Preços – Formação e Análise*. São Paulo: Pioneira, 1999. 157 p.

Costa Neto, P. L. O. *Estatística*. 17<sup>a</sup> ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 264 p.

Deming, W. D. *Qualidade: A Revolução da Administração*. Tradução Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990. 367 p.

Ferreira, A. B. H. *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. pp. 211, 431.

Fleury, A.; Fleury, M.T.L. *Aprendizagem e Inovação Organizacional: as experiências de Japão, Coréia e Brasil*. São Paulo: Atlas, 1995. 237p.

Girodo, A. C. *Amostragem de Minérios para Propósitos de Desenvolvimento de Processos e Projetos Industriais*. Belo Horizonte: CEMI, 1996. 28 p. Não publicado.

Gomes, J.S. ; Salas, J.M.A. *Controle de Gestão: uma abordagem contextual e organizacional*. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2001. 192p.

Gy, P. *Sampling for Analytical Purposes*. West Sussex: John Wiley & Sons, 1998. 153 p.

Juran, J. M. *A Qualidade desde o Projeto*. Tradução Nivaldo Montigelli Jr. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pioneira, 1994. 551 p.

Juran, J M. ; Gryna, F.M. *Juran's Quality Control Handbook*. 4<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1988. 1872p.

Kaplan, R. S. *Dos Custos à Performance*. HSM Management, Barueri, ano 3, n. 13, p. 6-11, mar./abr. 1999. Entrevista concedida a José Solibi Neto.

Kaplan, R. S. ; Norton, D. P. *A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard*. Tradução Luiz Euclides Trindade Frazão Filho. 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 344 p.

Kaplan, R. S.; Norton, D. P. *The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance*. Harvard Business Review, Boston, v. 70, No. 1, p. 71-79, Jan./Feb., 1992.

Kuhn, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Perspectiva, 1987. 257p.

Künzi, C. *Tópicos de Gestão da Qualidade*. Material didático apresentado na Disciplina de mesmo nome no Mestrado em Qualidade do IMECC UNICAMP, Campinas, 2000. Não publicado.

Mann, N. R. *Deming - As Chaves da Excelência*. Tradução José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo: Makron / McGraw-Hill, 1992. 130 p.

Meyer, C. *How the Right Measures Help Teams Excel*. Harvard Business Review, Boston, v. 72, No. 3, p. 95-103, May/June, 1994.

Moen, R. D.; Nolan, T. W.; Provost, L. P. *Quality Improvement Through Planned Experimentation*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1998. 475 p.

Montgomery, D. C. *Introduction to Statistical Quality Control*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1991. 674 p.

Ohno, T. *O Sistema Toyota de Produção*. Tradução Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

Paton, C.; Dermival, A. M.; Nogueira, J. A.; Teixeira, S. A.; Martins, V. F.; Veiga, W. F. *O Uso do Balanced Scorecard como um Sistema de Gestão Estratégica*. In: Congresso Brasileiro de Custos, 6, 1999, São Paulo. Anais. São Paulo: FEA/USP, 1999. pp. 113-121.

Petenate, J. A. *Estatística Industrial*. Material didático apresentado na Disciplina de mesmo nome no Mestrado em Qualidade do IMECC UNICAMP, Campinas, 2000. Não publicado.

Ragazzi, S. *Controle Estatístico de Processo*. Material didático apresentado na Disciplina 'Controle Estatístico da Qualidade' no Mestrado em Qualidade do IMECC UNICAMP, Campinas, 2001. Não publicado.

Scherkenback, W. W. *O Caminho de Deming para a Melhoria Contínua*. Tradução Heloísa Martins Costa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993. 239 p.

Werkema, M. C. *Avaliação da Qualidade de Medidas*. 6<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999. 128 p.

Wheeler, D. J. *Understanding Variation*. Knoxville: SPC Press Inc, 1993. 136 p.

## ANEXO XI - Estudo Estatístico para a Análise da Relação $Al_2O_3 / NaOH$

Programa estatístico utilizado: JMP, SAS Institute Inc., versão 3.2.6

Método de análise: titulometria ácido-base

Teste de Normalidade

Shapiro-Wilk	Dados 1999	Dados 2002
<b>W</b>	0,973387	0,981441
<b>Prob &lt; W</b>	0,1764	0,5544

Informações estatísticas pelo JMP

Moments	Dados 1999	Dados 2002
<b>Mean</b>	0,4226	0,4220
<b>Std Dev</b>	0,0019	0,0012
<b>Std Error Mean</b>	0,0002	0,0001
<b>N</b>	121,0000	121,0000

a) Teste F de Snedecor

Hipóteses testadas:

$$H_0 : \sigma^2_{1999} = \sigma^2_{2002}$$

$$H_1 : \sigma^2_{1999} \neq \sigma^2_{2002}$$

$$\alpha = 5\%, \quad n_{1999} = n_{2002} = 121$$

O critério de Rejeição de  $H_0$  é dado por:

$$F_{obs} \geq F_{crit}(2,5\%, 120, 120) = 1,43$$

$$F_{obs} \leq F_{crit}(97,5\%, 120, 120) = 0,70$$

$$F_{obs} = \sigma^2_{1999} / \sigma^2_{2002} = (0,0019)^2 / (0,0012)^2 = 2,51$$

**Conclusão:** como o  $F_{obs}$  (2,51) é maior que o  $F_{crit}$  (1,43), rejeita-se  $H_0$ . A um nível de significância de 5% há evidências que as variâncias de 2002 e 1999 para a relação  $Al_2O_3 / NaOH$  sejam diferentes.

b) Resultados de análises químicas aleatórias obtidas da relação  $Al_2O_3 / NaOH$  no licor em 2002:

0,422	0,422	0,421	0,422	0,423	0,423	0,421	0,424	0,423	0,423	0,423
0,422	0,423	0,424	0,422	0,421	0,424	0,425	0,422	0,421	0,424	0,421
0,422	0,421	0,425	0,423	0,420	0,419	0,422	0,423	0,423	0,424	0,422
0,423	0,420	0,420	0,421	0,421	0,421	0,422	0,422	0,426	0,423	0,422
0,421	0,421	0,421	0,423	0,423	0,421	0,421	0,422	0,421	0,419	0,422
0,423	0,423	0,422	0,423	0,424	0,422	0,423	0,421	0,419	0,420	0,424
0,423	0,425	0,422	0,421	0,421	0,422	0,422	0,421	0,423	0,423	0,421
0,421	0,421	0,423	0,423	0,423	0,424	0,421	0,424	0,423	0,424	0,423
0,423	0,423	0,422	0,421	0,422	0,422	0,423	0,423	0,423	0,423	0,422
0,422	0,422	0,422	0,422	0,421	0,424	0,422	0,422	0,423	0,423	0,424
0,422	0,422	0,422	0,422	0,421	0,423	0,423	0,423	0,423	0,420	0,422

c) Resultados de análises químicas aleatórias obtidas da relação  $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{NaOH}$  no licor em 1999:

0,423	0,423	0,422	0,421	0,422	0,421	0,423	0,420	0,424	0,426	0,420
0,423	0,420	0,422	0,423	0,423	0,421	0,424	0,422	0,420	0,417	0,422
0,424	0,423	0,422	0,423	0,420	0,425	0,425	0,423	0,426	0,420	0,422
0,424	0,422	0,421	0,424	0,425	0,420	0,420	0,424	0,423	0,423	0,425
0,423	0,421	0,424	0,423	0,423	0,422	0,421	0,424	0,423	0,418	0,420
0,421	0,421	0,425	0,425	0,426	0,424	0,421	0,424	0,426	0,420	0,424
0,423	0,421	0,425	0,425	0,423	0,421	0,420	0,419	0,422	0,423	0,423
0,421	0,421	0,423	0,421	0,423	0,422	0,425	0,421	0,422	0,422	0,422
0,423	0,423	0,424	0,423	0,425	0,419	0,423	0,424	0,424	0,422	0,422
0,423	0,424	0,424	0,426	0,424	0,422	0,422	0,424	0,423	0,423	0,423
0,423	0,420	0,425	0,421	0,419	0,421	0,429	0,424	0,422	0,422	0,426

## ANEXO XII - Estudo Estatístico para a Análise da Relação $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$

Programa estatístico utilizado: JMP, SAS Institute Inc., versão 3.2.6

Método de análise: Amperometria

Teste de Normalidade

Shapiro-Wilk	Dados 1999	Dados 2002
<b>W</b>	0,975095	0,972638
<b>Prob &lt; W</b>	0,2355	0,1543

Informações estatísticas pelo JMP

Moments	Dados 1999	Dados 2002
<b>Mean</b>	1,1090	1,1060
<b>Std Dev</b>	0,0042	0,0025
<b>Std Error Mean</b>	0,0004	0,0002
<b>N</b>	121,0000	121,0000

a) Teste F de Snedecor

Hipóteses testadas:

$$H_0 : \sigma^2_{1999} = \sigma^2_{2002}$$

$$H_1 : \sigma^2_{1999} \neq \sigma^2_{2002}$$

$$\alpha = 5\%, \quad n_{1999} = n_{2002} = 121$$

O critério de Rejeição de  $H_0$  é dado por:

$$F_{\text{obs}} \geq F_{\text{crit}} (2,5\%, 120, 120) = 1,43$$

$$F_{\text{obs}} \leq F_{\text{crit}} (97,5\%, 120, 120) = 0,70$$

$$F_{\text{obs}} = \sigma^2_{1999} / \sigma^2_{2002} = (0,0042)^2 / (0,0025)^2 = 2,82$$

**Conclusão:** como o  $F_{\text{obs}}$  (2,82) é maior que o  $F_{\text{crit}}$  (1,43), rejeita-se  $H_0$ . A um nível de significância de 5% há evidências que as variâncias de 2002 e 1999 para a relação  $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$  sejam diferentes.

b) Resultados de análises químicas aleatórias obtidas da relação  $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$  no banho em 2002:

1,110	1,106	1,101	1,105	1,101	1,106	1,108	1,107	1,103	1,110	1,104
1,109	1,104	1,109	1,105	1,103	1,106	1,099	1,109	1,107	1,108	1,103
1,108	1,108	1,109	1,105	1,108	1,106	1,099	1,108	1,103	1,107	1,107
1,110	1,103	1,107	1,107	1,107	1,105	1,109	1,107	1,104	1,106	1,102
1,108	1,107	1,109	1,107	1,109	1,104	1,107	1,105	1,110	1,106	1,103
1,106	1,106	1,108	1,107	1,109	1,104	1,107	1,103	1,111	1,105	1,112
1,107	1,104	1,108	1,104	1,106	1,103	1,107	1,106	1,108	1,106	1,110
1,108	1,104	1,108	1,105	1,107	1,104	1,108	1,107	1,109	1,107	1,109
1,107	1,103	1,107	1,106	1,108	1,104	1,109	1,106	1,108	1,104	1,105
1,105	1,107	1,108	1,103	1,107	1,104	1,105	1,103	1,107	1,105	1,107
1,105	1,101	1,108	1,107	1,107	1,103	1,106	1,100	1,105	1,104	1,108

c) Resultados de análises físicas aleatórias obtidas da relação  $\text{AlF}_3 / \text{NaF}$  no banho em 1999:

1,100	1,105	1,111	1,104	1,103	1,109	1,107	1,112	1,107	1,110	1,110
1,110	1,104	1,106	1,102	1,104	1,110	1,110	1,117	1,109	1,106	1,113
1,100	1,109	1,105	1,113	1,114	1,111	1,110	1,112	1,112	1,108	1,110
1,102	1,110	1,108	1,110	1,105	1,112	1,115	1,110	1,113	1,113	1,102
1,105	1,113	1,116	1,109	1,105	1,111	1,112	1,109	1,111	1,106	1,105
1,105	1,115	1,107	1,105	1,111	1,107	1,109	1,110	1,114	1,105	1,106
1,112	1,101	1,112	1,113	1,111	1,112	1,110	1,114	1,101	1,111	1,109
1,108	1,112	1,103	1,113	1,114	1,110	1,103	1,108	1,117	1,120	1,113
1,106	1,103	1,109	1,103	1,116	1,110	1,115	1,107	1,107	1,118	1,103
1,114	1,103	1,111	1,113	1,108	1,114	1,108	1,108	1,109	1,109	1,110
1,106	1,108	1,104	1,116	1,107	1,108	1,113	1,110	1,110	1,108	1,104

ANEXO XIII - Planilha de Avaliação de Salas no Programa 5 S

Funcionário que trabalha no local: \_\_\_\_\_

Auditor: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

<b>Ítems Avaliados</b>	<b>1º S - Uso</b>	<b>2º S - Ordem</b>	<b>3º S - Limpeza</b>	<b>4º S - Asseio</b>	<b>5º S - Disciplina</b>
Equipamentos					
Vidraria					
Bancadas					
Pessoa					
Piso / Parede					

Pontuação: 0 = ruim (pouco realizado)    1 = regular    2 = ótimo (100% de atendimento)

Objetivo: não Ter nenhum item menor que "2" para ser auditado no "S" seguinte.

Oportunidades de Melhorias identificadas:


Observações:
