A UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA COMO FERRAMENTA NA TOMADA DE DECISÃO:
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE BASE

Flávio Luís Leandro

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____

Prof. Eliane da Silva Christo, DSc.

_____

Prof. José Geraldo Ferreira, MSc.

_____

Prof. Rodrigo Brum.

JUIZ DE FORA, MG – BRASIL.
JUNHO DE 2008

LEANDRO, Flávio Luís.
A utilização da estatística como ferramenta
na tomada de decisão:
Estudo de caso em uma indústria de base,
Juiz de Fora (MG). [manuscrito] /
Rafael Doro Souza. –
Juiz de Fora: Universidade Federal de
Juiz de Fora, 2008.

Monografia (graduação) – Universidade
Federal de Juiz de Fora (MG), Curso de
Engenharia de Produção. “Orientadora:
Eliane da Silva Christo”

1.Ferramentas Estatísticas. 2. Tomada de Decisão.
3. Gerenciamento de Dados. I. Universidade
Federal de Juiz de Fora. II.Título.

DEDICATÓRIA:

Dedico aos meus pais que apesar de pouco estudo sempre tiveram a sensibilidade e consciência de reunir condições para que seus filhos estudassem.

AGRADECIMENTOS:

Aos meus pais, minha irmã pela convivência do dia a dia em nossa casa.

A minha namorada pelo incentivo, apoio e amor nesses anos juntos.

Aos professores do ICE e da Faculdade de Engenharia que me presentearam com seus conhecimentos e que me acolheram tão bem em cada disciplina.

Aos professores Eliane da Silva Christo, José Geraldo Ferreira e Rodrigo Brum pela orientação e apoio neste trabalho.

A Votorantim Metais por permitir que esse trabalho fosse realizado, e em especial Ricardo Santoro e Marcelo de Paole por me instruírem sobre a vida dentro e fora da empresa.

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia Produção.

A utilização da estatística como ferramenta na tomada de decisão: Estudo de caso em uma indústria de base

Flávio Luís Leandro

Junho/2008

Orientadores: Eliane da Silva Christo
Ricardo Alexandre Ribeiro Santoro

Curso: Engenharia de Produção

O objetivo desse estudo é apresentar e demonstrar a importância da utilização de ferramentas estatísticas em uma empresa de grande porte. Neste trabalho, uma análise do processo através de ferramentas como gráfico de controle, gráfico de Pareto e box plot foram realizada a partir de um estudo de caso no setor de Ustulação da empresa Votorantim Metais – Unidade Zinco localizada em Juiz de Fora, MG. Por se tratar de um setor automatizado, foram coletados dados reais relativos ao processo industrial em tempo real através da utilização de um software gerenciador de banco de dados (PI). Os dados discutidos nesse estudo foram referentes à Alimentação do Forno Ustulador, Produção de Ácido e Produção de SO_2. Os resultados obtidos através da análise das informações extraídas dos dados estatísticos formaram a base para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Ferramentas Estatísticas, Tomada de Decisão, Gerenciamento de Dados.

Abstract of the monograph presented to the Coordination of the Production Engineering Course as part of the necessary requirements for graduating in Production Engineering.

THE USE OF STATISTICS AS A TOOL IN DECISION-MAKING: A CASE STUDY IN AN INDUSTRY-BASED

Flávio Luís Leandro

June/2008

Advisors: Eliane da Silva Christo
Ricardo Alexandre Ribeiro Santoro

Course: Production Engineering

This paper aims at showing and demonstrating the importance of using statistical tools in a big company. In this study, we used control chart, the Pareto chart and the box plot to analyze the process of Ustulação at Votorantim Metals – Zinc Unit located in Juiz de Fora, MG. As the Ustulação section is automated, the industrial process data were collected in real time by using manager software of database (PI). The data presented in this study are related to the Roaster Feeding, Acid Production and SO_2 Production. The results statistically obtained from the analysis were the base to decision-making.

Keys words: Statistics Tools, Decision-Making, Information Management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIMS como concentrador e difusor de dados na planta
Figura 2: Estatísticas Utilizadas no Box Plot
Figura 3: Esquema do diagrama de Tukey
Figura 4: Exemplo de um Gráfico de Controle típico
Figura 5: Exemplo de um Gráfico de Controle com limites de controle (3σ)
Figura 6: Exemplo de um Gráfico de Pareto típico
Figura 7: Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados (SCADA)
Figura 8: Gráfico de controle da Alimentação do Forno (2007)
Figura 9: Gráfico de controle da Produção de Ácido (2007)
Figura 10: Gráfico de controle da Produção de SO_2 (2007)
Figura 11: Gráfico box plot do OEE (2007)
Figura 12: Gráfico de Pareto – Equipamentos x Freqüência de Defeitos (2007)
Figura 13: Diagrama do ciclo de Informação

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Possível Plano de Ação para as propostas apresentadas

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E TERMOS

ZnS – Sulfeto de zinco

ZnO – Óxido de zinco

SO_2 – Dióxido de enxofre

O_2 – Oxigênio

H_2SO_4 – Ácido sulfúrico

PIMS – Plant Information Management Systems

pH – refere-se a uma medida que indica se uma solução líquida é ácida, neutra ou básica

PI – Software de gerenciamento e armazenamento de dados

OEE – Overall Equipment Effectiveness

MINITAB – Software estatístico

PLC/CLP – Controladores Lógicos Programáveis

SDCD – Sistemas Digitais de Controle Distribuído

SCADA – Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados

MS SQL Server/ Oracle – Banco de dados relacionais

ERP – Enterprise Resource Planning

VM – Votorantim Metais

SGV – Sistema de Gestão Votorantim

LSC – Limite Superior de Controle

LIC – Limite Inferior de Controle

LMC – Limite Médio de Controle

Outlier – As observações que apresentam um grande afastamento das restantes ou são inconsistentes

Quartil – É qualquer um dos três valores que divide o conjunto ordenado de dados em quatro partes iguais.

Sumário

LISTA DE FIGURAS vii
LISTA DE QUADROS viii
GLOSSÁRIO DE SIGLAS E TERMOS ix

Capítulo I 1
APRESENTAÇÃO 1
1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1
1.2 - OBJETIVOS 2
1.3 - JUSTIFICATIVAS 2
1.4 - ESCOPO DO TRABALHO 3
1.5 - METODOLOGIA 3
1.5.1 - Desenvolvimento da pesquisa 3
1.5.2 - Dados da pesquisa 4
1.5.3 - Análise de dados 4

Capítulo II 5
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
2.1 - GERENCIAMENTO DE DADOS 5
2.1.1 - Plant Information Management Systems (PIMS) 5
2.2 - FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS 7
2.2.1 - Box Plot 8
2.2.2 - Gráfico de Controle 9
2.2.3 - Gráfico de Pareto 11
2.3 - TOMADA DE DECISÃO 12
2.3.1 - Classificação e métodos de decisão 12
2.3.2 - Atuação da gerência na tomada de decisão 13

Capítulo III 14
VOTORANTIM METAIS 14
3.1 - DESCRIÇÃO DA EMPRESA 14

Capítulo IV 18
ANALISANDO O SETOR DE USTULAÇÃO 18
4.1 - COLETA DE DADOS 18
4.2 - ANÁLISE DE DADOS 19

Capítulo V 26
CONCLUSÕES 26

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27
APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados 29
APÊNDICE 2 – Planilha de Causas 36

Capítulo I
APRESENTAÇÃO

1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário atual o Grupo coreano Korea Zinc mantém sua primazia como o primeiro produtor de zinco no mundo, seguido por grupos representados por Espanha, Austrália, Bélgica, Suécia e Brasil com uma notável produção desse minério em forma bruta.

O Brasil pontua como o sexto maior produtor de zinco do mundo representado pela Votorantim Metais, pertencente ao Grupo Votorantim, com suas duas unidades industriais localizadas nas cidades de Juiz de Fora e Três Marias.

A produção de zinco metálico, através de processamento de concentrado sulfetado de zinco, cumpre uma trajetória clássica que se compõe de três etapas principais: Ustulação, Lixiviação e Eletrólise. A Ustulação, setor objeto desse trabalho localiza-se na primeira etapa do processo de produção. Esse setor da empresa é responsável pela oxidação do zinco (o sulfeto de zinco, ZnS, é convertido em óxido de zinco, ZnO) com a geração de dióxido de enxofre (SO_2) como subproduto. Esta reação se dá através de um forno de leito fluidizado (injeção de O_2) a 950 ºC. A maior parte do dióxido de enxofre é utilizada para produção de ácido sulfúrico (H_2SO_4) numa fábrica de dupla catálise e dupla absorção. O restante do dióxido de enxofre é liquefeito usando o processo convencional de condensação parcial.

Para o acompanhamento dos dados referentes à produção, a Votorantim Metais implantou a partir de maio de 2007 um sistema automatizado, baseado no conceito de *Plant Information Management Systems* (PIMS), que gerencia todos os parâmetros do setor de ustulação. Ao seguir essa tendência que já se tornou realidade em algumas empresas brasileiras, o setor melhorou significativamente o processo de armazenagem de dados referentes à produção e ao processo, uma vez que anteriormente esses dados eram coletados na área e inseridos manualmente. Portanto mais sujeito ao erro humano.

O gerenciamento desses dados é feito por um software *(PI)* capaz de armazenar um banco de dados bastante robusto. Com isso os dados tornaram-se seguramente mais confiáveis (no que tange a obtenção desses dados em tempo real) para a aplicação de ferramentas estatísticas de controle da qualidade.

Embora as técnicas estatísticas sejam as ferramentas técnicas críticas para o controle e melhoria da qualidade, precisam, para serem usadas com maior eficiência, ser implantadas dentro e como parte de um sistema de gerenciamento orientado pela qualidade (Montgomery, 2004).

O controle do processo de produção do ustulado (ZnO) e de seus subprodutos (SO_2 e H_2SO_4) juntamente com a manutenção dos equipamentos contribuem para a análise de um importante indicador, o OEE *(Overall Equipment Effectiveness),* ou simplesmente Eficiência Global. Esse indicador gerencia os sistemas produtivos, pois permite o levantamento de detalhes suficientes que auxiliam na definição das prioridades e no planejamento direcionado das ações que visam oportunidades de melhoria.

Portanto a utilização conjunta de um sistema automatizado de coleta de dados, juntamente com ferramentas de estatística avançada (Box plot, Gráfico de Pareto, Gráfico de Controle) e o auxílio de um indicador de gerenciamento de sistemas produtivos oferecem subsídios necessários para o detalhamento de cada etapa do processo, suas falhas e as possíveis modificações e ações que podem ser realizadas durante o processo de tomada de decisão do gestor.

Alves (2003) afirma que o monitoramento efetivo das características da qualidade de um processo de produção depende freqüentemente de ferramentas estatísticas para a detecção, identificação e análise das causas significantes responsáveis por variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível.

Considerando, assim, as ferramentas de controle disponibilizadas pela análise estatística, o presente estudo pretende demonstrar de que forma a estatística pode auxiliar na tomada de decisão de gestores durante o processo de produção do zinco em uma empresa de grande porte.

1.2 - OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é demonstrar o uso da análise estatística enquanto meio de controle da produção bem como ferramenta indispensável na tomada de decisão na gestão em empresas de grande porte fornecedoras de zinco.

Evidenciar a importância da utilização de sistema automatizados na coleta de dados para compor a tomada de decisão.

Apresentar como forma de conhecimento um estudo de caso ocorrido no setor de Ustulação da Votorantim Metais – Unidade Zinco – Juiz de Fora bem como as ferramentas estatísticas utilizadas na análise dos dados.

1.3 - JUSTIFICATIVAS

Procedimentos falhos e/ou ineficientes durante a ustulação (etapa inicial da produção de zinco), tanto em relação a bom funcionamento dos equipamentos quanto à gestão de mão de obra podem gerar grandes prejuízos já que horas paradas do processo significam

ineficiência no fornecimento direto aos clientes internos, menor produção (ustulado, ácido sulfúrico e SO_2), atrasos na entrega dos produtos finais, aumento dos custos de produção e conseqüentemente menores lucros. Tornam-se, portanto imprescindíveis alternativas de detalhamento e controle do processo para que a sua manutenção e otimização ocorra através de planos de ação baseados nos acontecimentos anteriores inerentes ao próprio processo. Dessa forma pode-se gerar maior eficiência e lucro.

Neste contexto a estatística apresenta-se como uma ferramenta de controle da produção que pode atingir estes objetivos devido aos seus recursos e formas de análise de dados de produção de uma empresa.

1.4 - ESCOPO DO TRABALHO

O presente estudo utiliza-se de dados do setor de ustulação da empresa Votorantim Metais – Unidade Zinco, ligada ao Grupo Votorantim localizada na cidade de Juiz de Fora, MG.

Nesse estudo de caso foram utilizados ferramentas estatísticas como box-plot, gráfico de controle e gráfico de Pareto para embasar qual o víeis auxiliou a tomada de decisão.

1.5 - METODOLOGIA

Eisenhardt (1989) apud Alves (2003) resume o estudo de caso como uma metodologia de pesquisa que tem como foco o entendimento da dinâmica presente dentro de um cenário específico.

1.5.1 - Desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa seguirá as seguintes etapas:

- Planejamento da coleta dos dados;
- Transferência dos dados do software de gerenciamento PI para o software estatístico MINITAB 15;
- Análise e interpretação dos dados;
- Apresentação de possível plano de ação a ser realizado a partir dos resultados encontrados.

1.5.2 - Dados da pesquisa

Os dados da pesquisa que foram utilizados fazem parte do setor de ustulação da produção de zinco, nas seguintes fases do processo: alimentação do forno, produção de ácido sulfúrico e produção de SO_2. Foram analisados os dados desse setor durante o período de 01/01/2007 a 31/12/2007, coletados diariamente.

Os dados foram coletados do software de gerenciamento (PI), que atualiza e armazena as informações das etapas de todo o processo de produção. Estes dados juntamente com os valores já calculados do OEE foram transferidos para o programa estatístico MINITAB, onde foram realizadas todas as análises estatísticas.

1.5.3 - Análise de dados

Na análise dos dados o programa estatístico utilizado foi o MINITAB versão 15, do qual foi explorado ferramentas como box plot, gráfico de controle, gráfico de Pareto.

Capítulo II
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - GERENCIAMENTO DE DADOS

No ponto de vista mercadológico, e numa lógica competitiva, as empresas têm como objetivo potencializar a satisfação de seus clientes e outros grupos de interesse de forma mais eficiente e eficaz quando comparados com seus concorrentes (Corrêa; Corrêa, 2006).

A questão de se obter e/ou conseguir manter um processo produtivo dentro dos limites impostos pelo mercado passa por medir e avaliar o desempenho do processo dentro da empresa. Neely et al. (1995) apud Corrêa e Corrêa (2006) descreve que a medição de desempenho é o processo de quantificar ação, em que medição é o processo de quantificação da ação que leva ao desempenho.

Dessa forma, atualmente existem diversos equipamentos de campo inteligentes que auxiliam na quantificação dessas ações disponibilizando uma grande variedade de dados que podem ser utilizados em outras aplicações. Portanto, o desafio das grandes empresas é buscar através da implantação de sistemas automatizados a transformação dessa grande variedade de dados em informações úteis.

2.1.1 - Plant Information Management Systems (PIMS)

O Plant Information Management Systems (PIMS), ou, Sistema de Gerenciamento de Informações da Planta, são sistemas que adquirem dados de processo de diversas fontes, os armazenam num banco de dados histórico e os disponibilizam através de diversas formas de representação. O PIMS nasceu na indústria de processos contínuos mais propriamente na indústria química e petroquímica para resolver o problema da fragmentação de dados e proporcionar uma visão unificada do processo. A partir de uma estação ele pode visualizar tanto os dados de tempo real como históricos da planta, além de montar tabelas, gráficos de tendência e sinópticos e eliminar as ilhas de informação, concentrando em uma única base de dados informação sobre todos os aspectos de uma planta. (Sobroza e Carvalho, 2007).

Uma importante característica do PIMS é a sua capacidade de comunicação com os outros setores externos, tanto como fornecedor, quanto como coletor de dados (através de drivers que se comunica com os principais softwares).

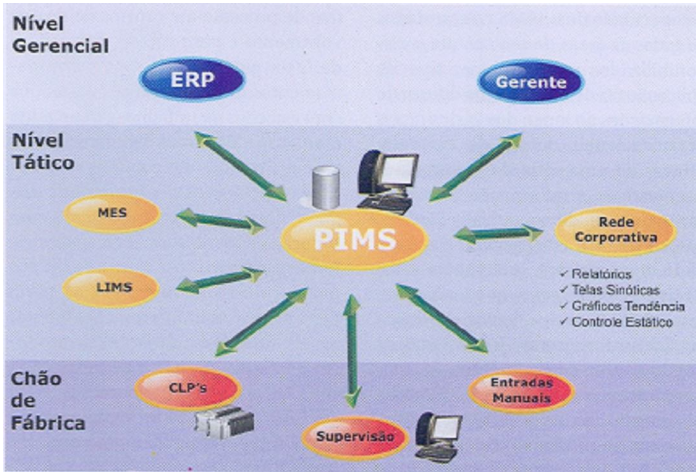


Figura 1 – PIMS como concentrador e difusor de dados na planta

Fonte: Intech Número 83 - www.isadistrito4.org

No caso da indústria em estudo o gerenciamento do banco de dados é feito pelo software PI da empresa americana OSIsoft Inc.. O PI é responsável pelo armazenamento e monitoramento em tempo real de todos os dados referentes à produção de uma empresa e capaz de distribuí-lo aos mais diferentes níveis de usuário dentro da organização, democratizando a informação. Outra característica do PI é a de fornecer um complemento para planilhas eletrônicas de mercado (Excel), possibilitando de relatórios referentes ao processo.

Estes dados são em sua maioria coletados através de:

- Sistemas de automação da empresa como PLC/CLP (Controladores Lógicos Programáveis), SDCD (Sistemas Digitais de Controle Distribuído), SCADA (Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados);
- Dados de laboratório (entrada manual);
- Banco de dados relacionais como MS SQL Server, Oracle, etc;
- ERP (Enterprise Resource Planning) como SAP, Microsiga, Datasul;
- Dentre outras possibilidades.

São exemplos de tipos e origens de dados de processo armazenados pelo PI: temperaturas de motores, indicações de fluxo de tubulações, vibração de equipamentos, abertura de válvulas, condições de equipamentos (ligados/desligados), pH de uma determinada substância, produção diária, etc.

Portando torna-se evidente que nos dias atuais a utilização de sistemas de gerenciamento de processo é indispensável às empresas, pois são através deles que toda

análise e acompanhamento do processo são realizados, possibilitando que a empresa obtenha um melhor monitoramento (*follow-up).*

2.2 - FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

Marshall Júnior et al. (2006) afirma que o controle de processo foi o fundamento para o desenvolvimento das técnicas para o controle estatístico da qualidade. Ao estruturar organizadamente as etapas que compõem a realização de um trabalho ou tarefa, incluindo seu fluxo, insumos, atividades realizadas e produtos gerados, é possível obter muitas informações sistematizadas e perceber pontos críticos, oportunidades de melhoria e, principalmente, as variações ou flutuações devido às causas normais (intrínsecas a natureza do processo) e as devidas causas anormais ou específicas.

De acordo com Alves (2003) para haver um monitoramento efetivo das características de qualidade de um processo de produção, o uso de ferramentas estatísticas torna-se necessária para detectar, identificar e analisar quais são os fatores responsáveis pela variabilidade que afeta de maneira imprevisível o processo.

Ishikawa (1976) apud Marshall Júnior et al. (2006) assegura que noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas.

As sete ferramentas são:

- Diagramas de processo;
- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de causa-e-efeito (ou diagrama de Ishikawa);
- Diagrama de correlação;
- Histogramas;
- Gráfico de controle;
- Folhas de verificação.

Porém Corrêa e Corrêa (2006) enfatizam que as ferramentas não resolvem problemas e nem melhoram situações, na verdade, as ferramentas apóiam e auxiliam pessoas na tomada das decisões que resolverão problemas e melhorarão situações.

Para que o nível de qualidade possa ser atingido, devem-se utilizar técnicas estatísticas convenientes e recorrer ao empenho geral de todos os envolvidos na melhoria contínua para a estabilidade de um processo. (Alves, 2003).

O presente trabalho utilizará como base para o desenvolvimento do estudo de caso o diagrama de caixa ou box plot, e também das sete ferramentas mencionadas, utilizará duas delas: o gráfico de controle e o gráfico de Pareto.

2.2.1 - Box Plot

Conceitualmente o Box Plot ou Diagrama de Caixas, segundo Montgomery (2004), trata-se de um gráfico que aponta vários aspectos importantes dos dados simultaneamente, tais como tendência central ou posição, dispersão ou variabilidade, afastamento da simetria e identificação de observações muito afastadas da maior parte dos dados (essas observações são muitas vezes chamadas valores discrepantes ou *outliers).*

As características de uma distribuição são em geral descritas informando os valores da média e do desvio padrão e, algumas vezes do coeficiente de assimetria. Porém a média e o desvio padrão são fortemente influenciados pela presença de valores discrepantes. Para contornar esta dificuldade, Tukey (1977) propôs descrever as características de uma distribuição através das estatísticas de ordem que são a mediana, os quartis ou juntas e os extremos, apresentados no esquema a seguir.

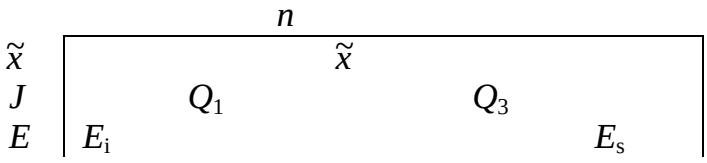


Figura 2 - Estatísticas Utilizadas no Box Plot
Fonte: BUSSAB e MORETIN (2002)

Onde n é o número de observações, $\tilde{x}$ é a mediana, J as juntas (1º quartil e 3º quartil) e E os extremos (o menor valor observado, Ei e o maior valor observado, Es).

As características da distribuição da população podem ser analisadas a partir do diagrama de Tukey (box plot), devido a sua configuração.

A figura a seguir representa o esquema do diagrama de Tukey (box plot).

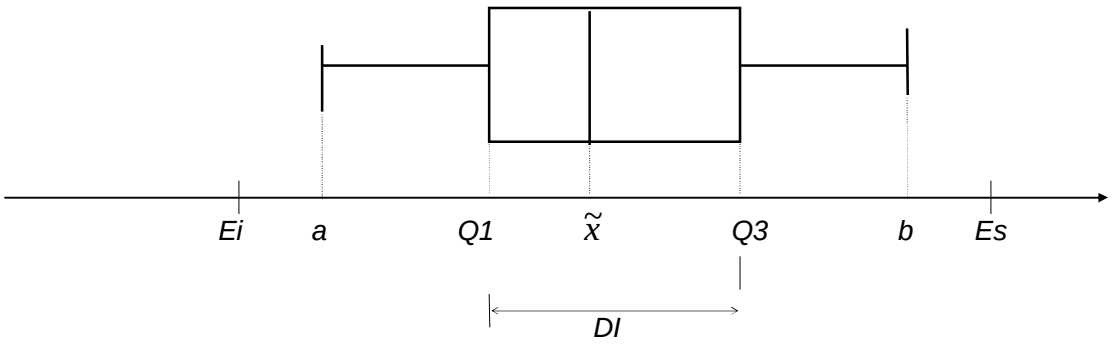


Figura 3 – Esquema do diagrama de Tukey
Fonte: Adaptado BUSSAB e MORETIN (2002)

A diferença DI = Q3 – Q1 é denominada desvio interquartílico e pode ser empregada como medida de dispersão.

Este diagrama indica as seguintes características:

- Tendência central: é dada pela posição da mediana na escala de medida da variável;
- Dispersão: medida pelo valor de DI;
- Assimetria: indicada a partir da comparação das diferenças $\tilde{x}$ - Q1 e Q3 - $\tilde{x}$.

Todos os valores observados inferiores a $Q_1 - \frac{3}{2}DI$ e superiores a $Q_3 + \frac{3}{2}DI$ são discrepantes (outliers).

Os valores a e b são o menor valor observado não discrepante e o maior valor observado não discrepante, respectivamente.

2.2.2 - Gráfico de Controle

Segundo Alves (2003), os gráficos de controle estatístico são meios gráficos que através de uma amostra seqüencial revelam quando um processo se altera e necessita de ação corretiva. Além de oferecer uma exposição visual dos dados que representa um processo, o principal foco do gráfico de controle é a tentativa de separar as causas de variações especiais ou identificáveis das causas de variações comuns ou devidas ao acaso.

O gráfico de controle segundo Junior et al. (2006), é um tipo específico de gráfico que serve para acompanhar a variabilidade de um processo, identificando suas causas comuns (intrínsecas ao processo) e especiais (aleatórias). Onde as causas comuns se relacionam ao próprio funcionamento do sistema e as causas especiais refletem ocorrências fora dos limites de controle.

Portanto quando um processo está operando de maneira natural, ou seja, sem causas especiais de variabilidade presentes, é dito estável ou sob controle estatístico. (Alves, 2003).

Corrêa e Corrêa (2006) destacam que o objetivo do gráfico de controle é o de manter o controle de um processo através do acompanhamento do comportamento de uma ou várias medidas importantes resultantes desse processo.

Montgomery (2004) destaca algumas das razões que contemplam a popularidade dos gráficos de controle:

- É uma técnica comprovada de melhoria da produtividade;
- São eficazes na prevenção de defeitos;
- Evitam ajustes desnecessários nos processos;

- Fornecem informações confiáveis para diagnóstico sobre o desempenho e capacidade dos processos.

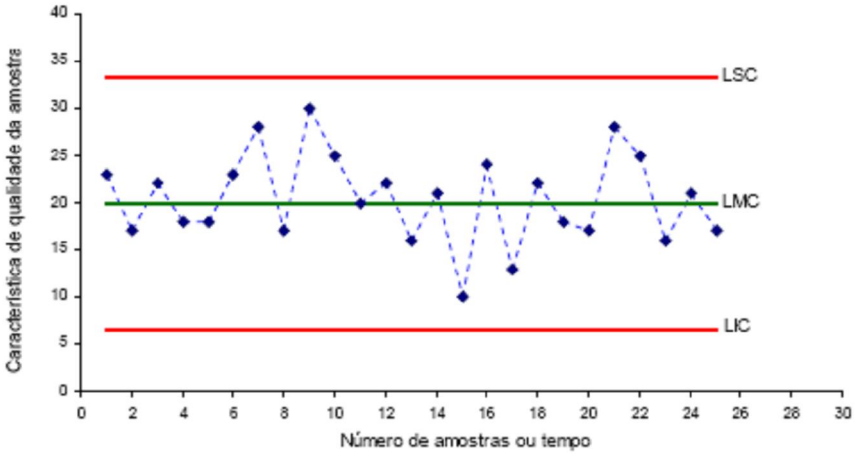


Figura 4 – Exemplo de um Gráfico de Controle típico
Fonte: Alves (2003)

Para Wheeler (2001), o objetivo dos limites de controle é o de minimizar as conseqüências desses dois erros.

Para embasar esse trabalho, o gráfico de controle escolhido é o cuja especificação para os limites de controle é de (3σ). Isso fica evidente por entender, segundo Montgomery (2004), que processos analisados com essa especificação de limites geram bons resultados na prática. Utilizando o sistema 3σ implica em dizer que a probabilidade das ocorrências está entre o intervalo da curva Normal é de 99,73%.

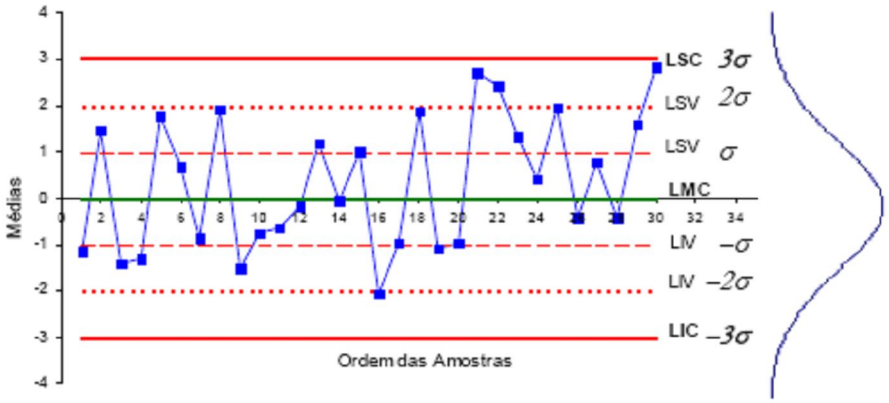


Figura 5 – Exemplo de um Gráfico de Controle com limites de controle (3σ)
Fonte: Alves (2003)

2.2.3 - Gráfico de Pareto

De acordo com Junior et al. (2006) o gráfico de Pareto é um gráfico de barras, construído a partir de um processo de coleta de dados, e pode ser utilizado quando se deseja priorizar problemas ou causas relativas a um determinado assunto.

Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmam que o gráfico de Pareto trata-se de uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância.

Para Corrêa e Corrêa (2006), o objetivo do gráfico de Pareto é classificar em ordem decrescente os problemas que produzem os maiores efeitos e atacar esses problemas inicialmente.

Montgomery (2004) ressalta ainda que o gráfico de Pareto seja simplesmente uma distribuição de freqüência (ou histograma) de dados atributos, organizados por categoria. Portanto, tem a função de identificar de forma rápida e visualmente os tipos de defeitos que ocorrem com mais freqüência.

Corrêa e Corrêa (2006) declaram que estudos feitos pelo economista italiano Vilfredo Pareto no século XVI, constatou-se uma proporção (80/20), por exemplo, cerca de 80% das falhas ocorrem devido a 20% das causas prováveis dessas falhas. E tal proporção ocorre freqüentemente na análise de várias situações cotidianas.

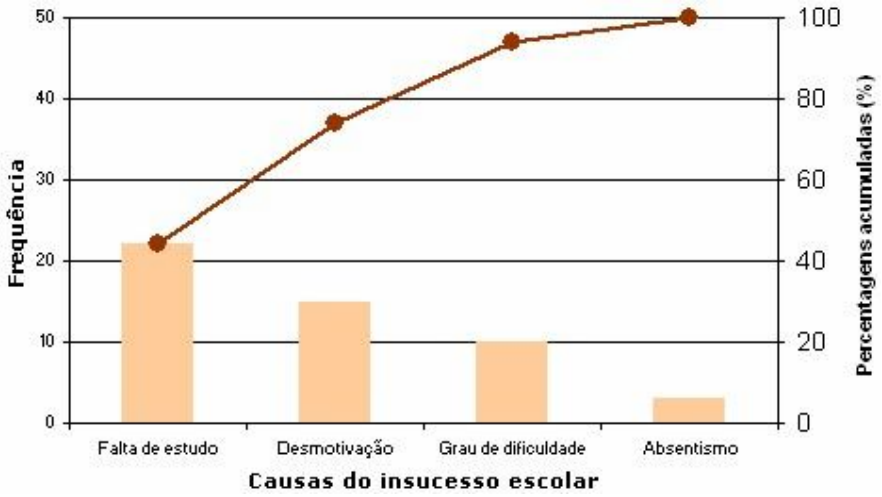


Figura 6 – Exemplo de um Gráfico de Pareto típico

Fonte: www.vipnet.pt/saibamais_files/pareto.jpg

2.3 - TOMADA DE DECISÃO

Inicialmente a tomada de decisão caracteriza-se por uma situação de problema, onde é necessário verificar as alternativas para a solução. Miglioli (2006) define tomada de decisão como sendo o ato escolher uma opção dentre diversas alternativas, seguindo critérios previamente estabelecidos de forma a obter uma solução que resolva ou não um dado problema.

Segundo Zeleny (1994) apud Gomes, Gomes e Almeida (2002) a tomada de decisão é um esforço para tentar resolver problema(s) de objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da solução ótima e conduz à procura do melhor compromisso.

De acordo com Raiffa (1999) apud Gomes, Gomes e Almeida (2002), os objetivos são importantes para determinar quais informações devem ser obtidas, para proporcionar justificativas relacionadas às decisões perante aos demais, para ressaltar a importância de uma escolha e estabelecer qual o tempo e os esforços necessários para o cumprimento da tarefa.

Mas Gomes, Gomes e Almeida (2002) afirmam também que um processo de decisão dispõe de alternativas associadas tanto a ganho quanto a perda, ou seja, as decisões podem estar ligadas a uma oportunidade (melhoria ou otimização) ou a um problema.

2.3.1 - Classificação e métodos de decisão

Freitas e Kladis (1995) apud Miglioli (2006) classificam as decisões segundo os diferentes níveis administrativos:

- Estratégico: as decisões englobam a definição de objetivos, políticas e critérios gerais para planejar o curso da organização;
- Tático: as decisões são normalmente relacionadas ao controle administrativo e utilizadas para decidir sobre operações de controle, formulação de novas regras de decisão que serão aplicadas por parte do pessoal da operação;
- Operacional: a decisão é um processo no qual se assegura que as atividades operacionais sejam bem desenvolvidas, utilizando-se procedimentos e regras de decisões preestabelecidas.

Schermerhorn Júnior (1999) apud Miglioli (2006) aponta três métodos como à tomada de decisão pode ocorrer dentro de uma empresa:

- Decisões individuais: pressupõe que o tomador tem informação e conhecimentos suficientes para tomar uma boa decisão;

- Decisões consultivas: o tomador de decisões busca informações e conselhos com outras pessoas sobre o problema, e com base nas informações colhidas e em sua interpretação, escolhe a alternativa que julga ser melhor;
- Decisões em grupo: o tomador pede ao grupo que tomem ou o ajudem a tomar a decisão final para a solução de um determinado problema.

Gomes, Gomes e Almeida (2002) apresentam as conseqüências advindas das decisões tomadas como sendo:

- Imediata;
- Curto prazo;
- Longo prazo;
- Combinação das formas anteriores (impacto multidimensional).

2.3.2 - Atuação da gerência na tomada de decisão

Para Moreira (2004) a tomada de decisão é uma tarefa gerencial, onde se torna necessário buscar o maior número de dados referentes ao problema para gerar informações úteis a serem analisadas. É importante que essa análise tenha como foco os objetivos da empresa e os recursos disponíveis.

Segundo Miglioli (2006) as decisões gerenciais estão ligadas diretamente à sobrevivência da empresa e afetam diretamente todos agentes que giram em torno dela, sejam eles empregados, acionistas, fornecedores, clientes ou até mesmo a própria sociedade.

No caso do presente trabalho as decisões gerenciais estão ligadas ao estudo da variabilidade do processo. Wheeler (2001) apud Alves (2003) afirma que a variação sempre gera custos. As atitudes tomadas para lidar com a variação, uma vez presentes no processo, aumentam os custos. Por outro lado, as atitudes tomadas para reduzir as fontes de variabilidade diminuirão custos e aumentarão a qualidade dos produtos ou serviços, ou seja, quanto maior o trabalho para reduzir tanto quanto possível essa variabilidade, menores serão os custos devidos à variação.

Montgomery (2004) assegura que o compromisso e envolvimento da gerência com o processo de melhoria da qualidade é o componente mais vital para a o sucesso do controle estatístico de um processo. Dessa forma, a gerência torna-se uma função modelo em relação aos demais na organização. Portanto é imprescindível uma abordagem em grupo para que as melhorias do processo sejam difundidas por toda a empresa.

Capítulo III
VOTORANTIM METAIS

3.1 - DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A Votorantim Metais dirige seu foco para a mineração e metalurgia de zinco, níquel e aços longos. A atuação da Companhia nesses mercados é garantida por uma sólida estrutura operacional, formada por oito unidades industriais e minas próprias, localizadas nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Goiás, e em Lima, no Peru, que empregam mais de 7 mil colaboradores próprios e 1,5 mil terceiros permanentes.

Com a mesma capacidade de gestão e eficiência produtiva que caracterizam as atividades do Grupo, a Votorantim Metais ocupa posição de destaque nos cenários nacional e internacional. É a sexta maior produtora mundial de zinco, líder na fabricação de níquel eletrolítico na América Latina e a terceira maior produtora de aços longos do país. Em 2005, foram produzidas 405,7 mil toneladas do metal, um crescimento anual de 48,3%. O negócio Zinco é responsável por cerca de 44% da receita da VM.

O zinco tem enorme importância por causa de sua ampla gama de aplicações, utilizado na proteção do aço contra a corrosão e oxidação nas indústrias automobilísticas, de eletrodomésticos, torres de energia e telefonia celular, construção civil, entre outras. Também é utilizado em setores de borracha, química e eletroquímica, agricultura, tintas, farmacêutica, alimentício e de componentes eletrônicos.

Para alcançar um padrão de qualidade internacionalmente reconhecido, a Votorantim Metais investe continuamente na ampliação de sua capacidade produtiva, no crescimento pessoal e profissional de seus colaboradores, na autogeração de, no mínimo, 50% de energia elétrica, no desenvolvimento de tecnologias próprias e pesquisas minerais e na gestão ambiental adequada, que lhe garante atuar de forma responsável nas comunidades onde está presente.

O empenho da Votorantim Metais na busca constante pela excelência é fruto de um modelo de gestão estruturado e disseminado entre todas as empresas do Grupo Votorantim. Denominado Sistema de Gestão Votorantim (SGV), ele envolve um conjunto de princípios e processos, que são suportados por conceitos, metodologias, ferramentas de gestão e indicadores com foco na criação de valor.

O SGV também é um veículo importante de integração e sinergia das operações. Com foco na troca de melhores práticas e na identificação de sinergias, as unidades do Grupo Votorantim têm alcançado avanços importantes na excelência operacional, comercial e administrativa.

Na Votorantim Metais, o foco do SGV está diretamente relacionado à rentabilidade do negócio. Por isso, sua atuação envolve a busca pela estabilidade de performance das operações, otimização de custos, alavancagem de receita, desenvolvimento tecnológico e excelência, que possibilitam a evolução dos principais indicadores de desempenho.

Entre os diferenciais competitivos da Votorantim Metais destaca-se o investimento em pesquisas minerais. Desenvolvidas e conduzidas para exploração de novos negócios minerais e para ampliar a auto-suficiência nos negócios atuais, essas atividades contam com o suporte de tecnologia moderna e inovadora.

A pesquisa mineral, que consiste na busca por novas jazidas, é capaz de dar sustentação à cadeia produtiva, contribuindo para a criação de valor do negócio e permitindo, ainda, aumentar sua competitividade e qualificar os processos produtivos.

Além das regiões onde já possui minas, a Votorantim Metais conta com projetos em fase de desenvolvimento em diferentes regiões do país. As pesquisas minerais não se limitam ao território brasileiro e alcançam países da América Latina.

A capacidade tecnológica está presente em todos os produtos da Votorantim Metais. Investimentos permanentes garantem o desenvolvimento de processos próprios de padrão internacional adaptados às características das matérias-primas locais.

Pioneira na implantação do processo eletrolítico para a metalurgia do zinco no Brasil, a empresa começou a tratar o minério silicatado na década de 60, o que permitiu o beneficiamento da extensa reserva brasileira.

Para processar o minério silicatado e ao mesmo tempo tratar de forma integrada o sulfetado de zinco, a Votorantim Metais desenvolveu uma tecnologia exclusiva que tornou a usina de Três Marias a única no mundo com capacidade de utilizar uma forma de purificação e eletrólise para o processamento dos dois concentrados, com ganhos concretos de competitividade.

Na elaboração do níquel, a Votorantim Metais também conta com procedimentos avançados nos fornos de metalização, além de processo patenteado de extração por solvente para produção de cobalto. O resultado é um baixo consumo de energia e de amônia, o que garante altos índices de rendimento metalúrgico e grande desempenho industrial à companhia.

A Votorantim Metais é comprometida com o desenvolvimento sustentável porque acredita ser primordial para a perenidade do negócio. Seu compromisso vai além das leis ambientais, pois se baseia numa postura pró-ativa e preventiva. A gestão ambiental é sustentada por sistemas de monitoramento e controle dos aspectos e impactos ambientais. Adota, ainda, um sistema integrado de gestão para qualidade, saúde, segurança e meio ambiente, baseado em normas internacionais, como ISO 9000, ISO 14000, SA 8000.

Esse compromisso exige, sobretudo, o total monitoramento das atividades industriais e minerais, garantindo que todos os efluentes sólidos, líquidos e atmosféricos sejam tratados a partir de processos que cumpram rigorosamente as normas ambientais.

A empresa desenvolve ainda programas de recuperação de vegetação em suas áreas de mineração, reintegrando-as à paisagem natural a partir da reconstituição do relevo e do plantio de árvores nativas. A atuação passa ainda por programas de educação ambiental de seus colaboradores e das comunidades nas quais suas unidades de mineração e metalurgia estão inseridas.

Portanto a VM acredita que o capital humano é um diferencial importante para viabilizar os objetivos de crescimento da organização. E para concretizar esse conceito desenvolve as competências dos seus colaboradores, promovendo a incorporação de valores e expectativas organizacionais.

Entre as principais ações desenvolvidas para promover o crescimento pessoal e profissional de nossos colaboradores estão: processo de avaliação de desempenho, investimentos em treinamentos técnico-operacionais, idiomas, cursos de extensão, programas de graduação, entre outras. A Votorantim Metais, empenhada em manter seus profissionais atualizados, busca ferramentas e sistemas de gestão inovadores que sustentam a competitividade dos negócios e promovem a capacitação das pessoas.

Assim, cerca de 6.500 colaboradores próprios têm oportunidade de aprimorar suas competências, por meio de uma forte política de treinamento, de maneira a cada vez mais contribuírem para a construção de uma empresa de gestão ágil e altamente eficiente.

A Votorantim Metais considera a segurança um pressuposto para a excelência nos negócios. O conceito de segurança individual e coletiva, baseado na avaliação e gerenciamento de riscos, é princípio assumido por todos os colaboradores no seu dia-a-dia e reforçado nas auditorias periódicas, a fim de garantir os melhores resultados em saúde e segurança que promovam a qualidade de vida de seus colaboradores.

A VM desenvolve sua estratégia de investimento social totalmente alinhada com as diretrizes do Instituto Votorantim. O objetivo é maximizar os resultados oriundos da política de investimento social externo e difundir a cultura de responsabilidade social dentro da organização.

O investimento social é há vários anos uma realidade na Votorantim Metais, que procura contribuir com o desenvolvimento das localidades onde realiza suas operações. Para viabilizar essas ações, conta com importantes parcerias com os governos municipais e outras instituições privadas e agências governamentais voltadas para a formação de jovens.

As iniciativas estão principalmente voltadas para a educação e inclui capacitação de professores e estudantes do ensino público, acesso de crianças e adolescentes ao esporte, estímulo à atuação voluntária de colaboradores em diversas instituições comunitárias,

formação técnica e profissional e inserção e qualificação de pessoas com necessidades especiais no mercado de trabalho.

A Votorantim Metais também atua como articuladora de políticas de incentivo ao fortalecimento do comércio local, geração de emprego e renda e mobilização social das comunidades onde está inserida.

Capítulo IV
ANALISANDO O SETOR DE USTULAÇÃO

4.1 - COLETA DE DADOS

No desenvolvimento desse estudo, o planejamento da coleta dos dados visou obter dados do processo operacional de forma a conseguir o máximo de informações possíveis para compor o diagnóstico da operação.

A Votorantim Metais dispôs de um Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados (SCADA) responsável por coletar e disponibilizar dados da operação em tempo real. Com isso os operadores têm como monitorar e atuar sobre todos os parâmetros da planta através de terminais de controle.

Esses mesmos dados também são gerenciados e armazenados pelo software PI e distribuídos para os diversos níveis da empresa.

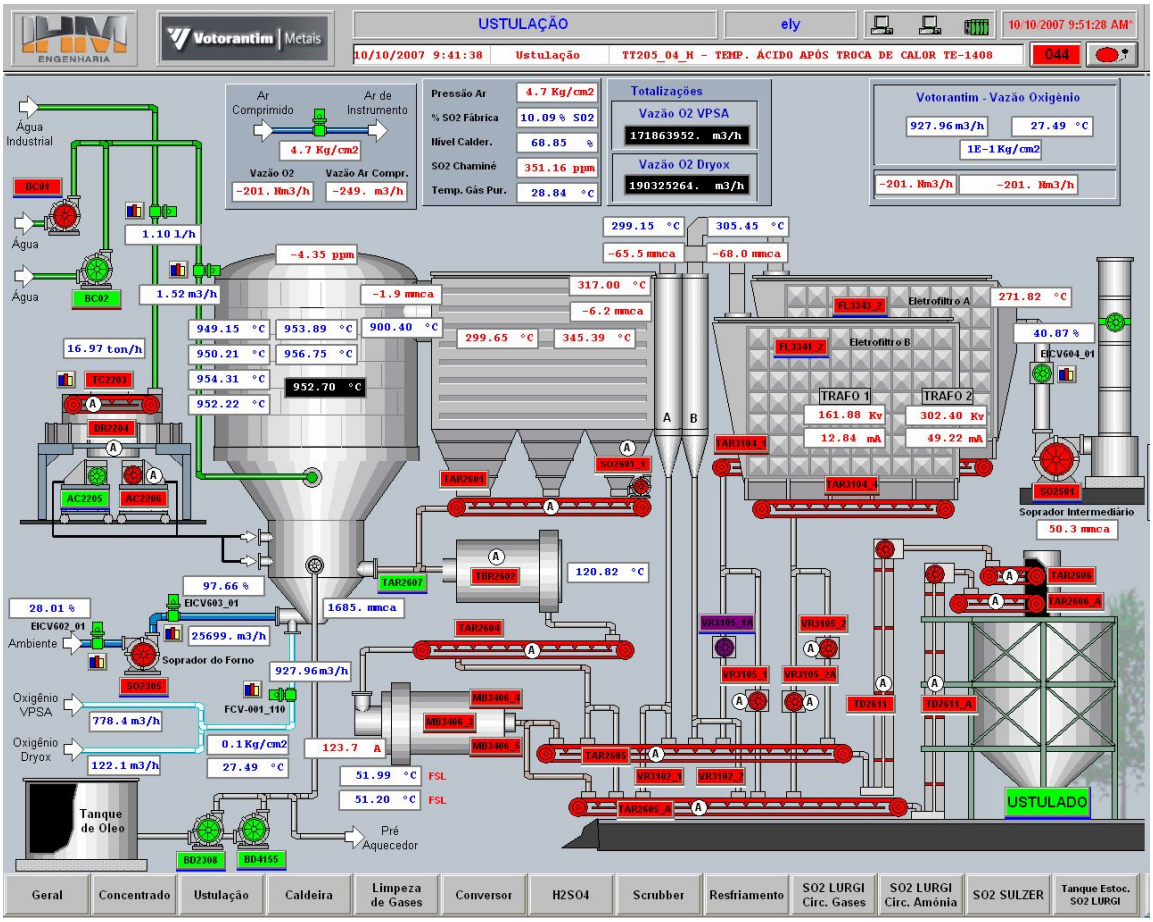


Figura 7 – Sistema Supervisório de Controle e Aquisição de Dados (SCADA)

Fonte: Votorantim Metais – Unidade Zinco – Juiz de Fora, MG

No presente estudo foi utilizado o software PI para coletar dados referentes à alimentação do forno, produção de ácido sulfúrico e produção de SO_2 (composta pelas fábricas Lurgi e Sulzer), por entender que esses parâmetros servem como subsidio para acompanhar o andamento de todo o processo. Por se tratar de uma indústria de produção contínua, a interferência em um dos parâmetros citados acima influencia os demais.

Após coletados, esses dados foram transferidos para uma planilha do Excel (Apêndice 1), uma vez que não há uma interface que faça essa transferência diretamente para o software estatístico utilizado nesse estudo, o MINITAB versão 15.

Nessa planilha do Excel os dados referentes à alimentação do forno (reportada do PI) sofreram um ajuste, passando a se chamar alimentação do forno **ajustada**. Para isso calculou-se um **fator de ajuste** (do BALANÇO METALÚRGICO DA PRODUÇÃO DE ZINCO).

Esse fator de ajuste foi utilizado para suavizar a diferença entre a alimentação do forno realizada a cada mês e a alimentação do forno reportada do sistema a cada mês (essa diferença acontece devido a algum equipamento descalibrado). Para isso o fator correspondente a um dado mês foi multiplicado pelos valores diários desse mesmo mês. Fica, portanto:

Alimentação do Forno Ajustado = Alimentação do Forno Reportado x Fator de Ajuste

Tanto a produção de ácido sulfúrico quanto a produção de SO_2 não se aplicou o fator de ajuste, pois se tratam de subprodutos inerentes ao processo de produção do zinco, mas que não se apresentam no cálculo do BALANÇO METALÚRGICO DA PRODUÇÃO DE ZINCO.

A mesma planilha do Excel (Apêndice 1) foi utilizada no cálculo do indicador que gerencia os sistemas produtivos (OEE). Seu cálculo é dado por:

OEE = Produção Real Diária / (Capacidade Produtiva Diária x Horas Calendário)

4.2 - ANÁLISE DE DADOS

Nessa fase do estudo foram analisados os gráficos de controle referentes a dados diários da alimentação do forno, produção de ácido e SO_2 juntamente com o box plot referente ao OEE (indicador de gerenciamento dos sistemas produtivos). Com isso buscou-se garantir a obtenção do maior número de informações sobre o processo, o que segundo Alves (2003) permite uma conseqüente redução da variabilidade, resultando na diminuição dos custos de produção e no aumento da produtividade.

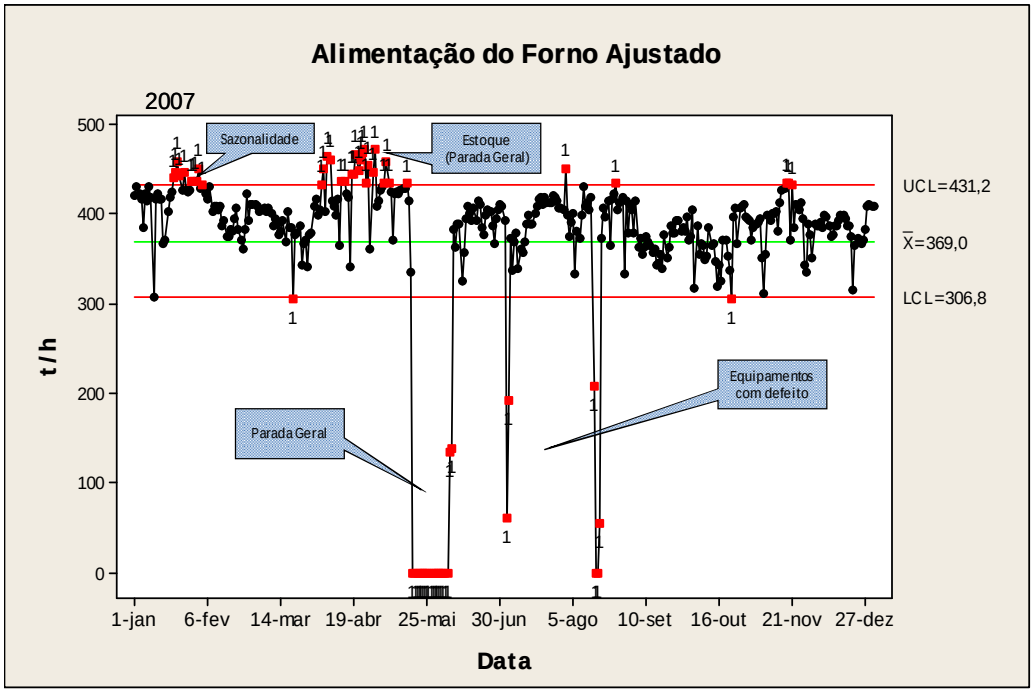


Figura 8 – Gráfico de controle da Alimentação do Forno

Fonte: O Autor (2008)

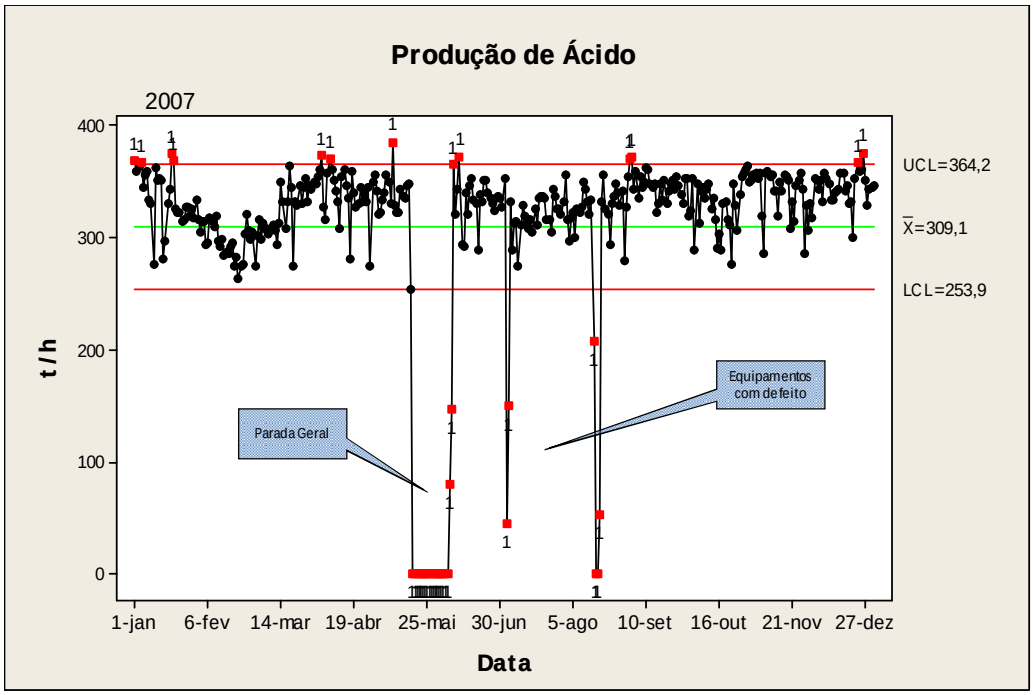


Figura 9 – Gráfico de controle da Produção de Ácido

Fonte: O Autor (2008)

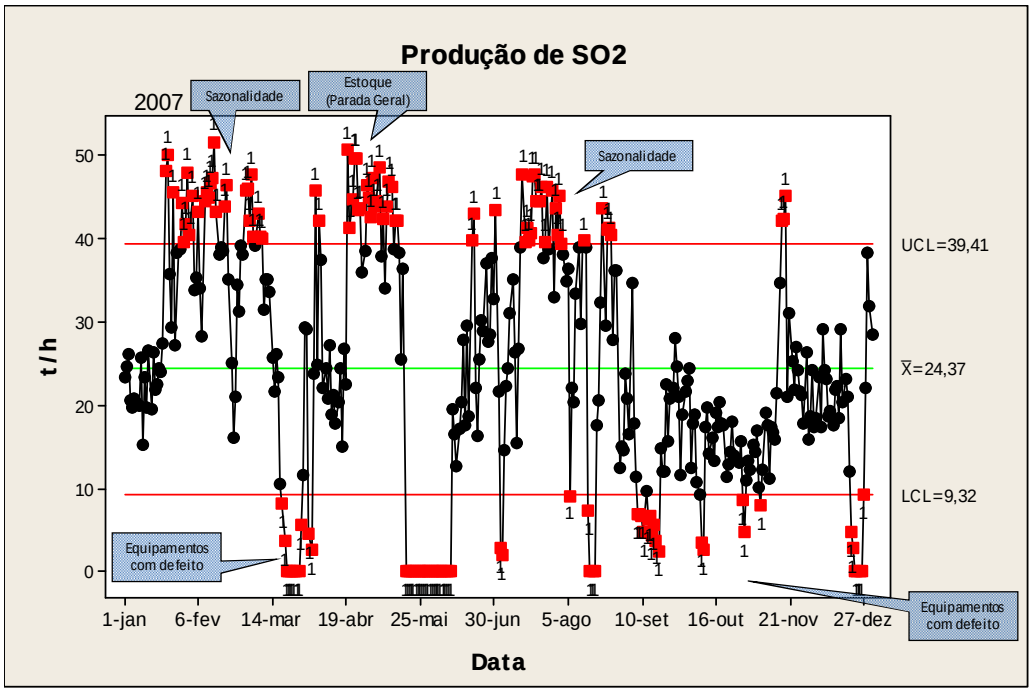


Figura 10 – Gráfico de controle da Produção de SO_2

Fonte: O Autor (2008)

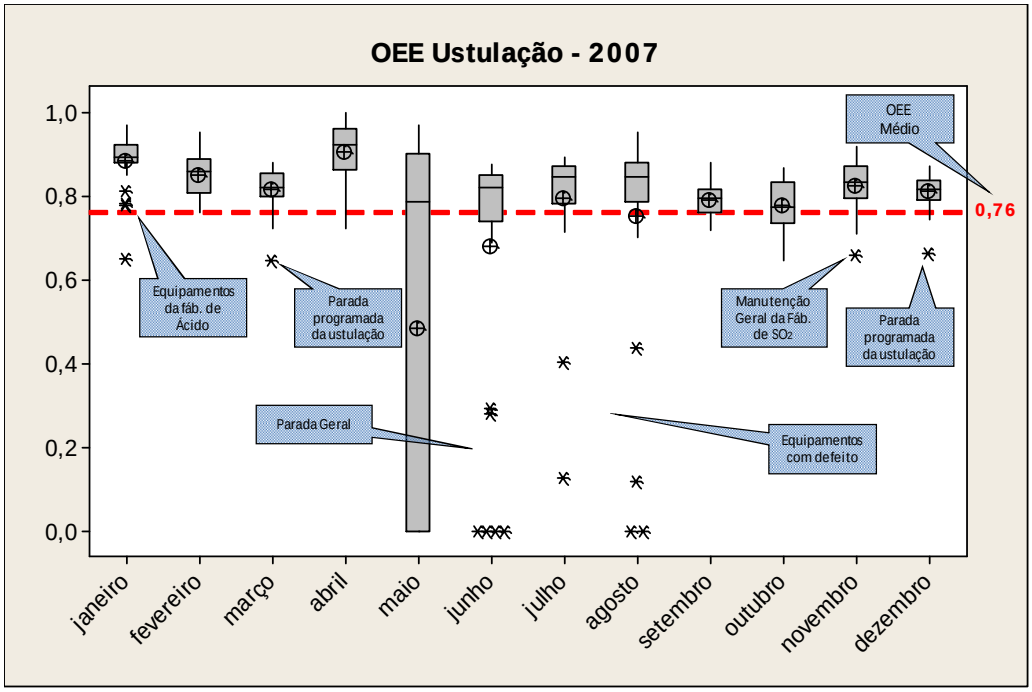


Figura 11 – Gráfico box plot do OEE

Fonte: O Autor (2008)

Nesse sentido, foi possível observar uma clara semelhança entre os gráficos de controle da alimentação do forno e da produção de ácido (Figuras 8 e 9), e isso aconteceu por se tratar de áreas totalmente dependentes uma da outra. Por exemplo, caso haja um defeito em um motor elétrico da fábrica de ácido que cause uma parada corretiva na planta, torna-se obrigatoriamente necessária a parada de todos os demais equipamentos que compõem o resto do processo de ustulação.

Já o gráfico de controle da produção de SO_2 (Figura 10) mostrou uma tendência cíclica como os demais gráficos até então citados, porém apresentou algumas particularidades. Em relação à fábrica de SO_2 existe certa independência em relação aos demais setores da ustulação. Ou seja, um eventual problema na fábrica de SO_2 devido a uma causa especial influencia o desempenho dos outros setores da ustulação, mas não a ponto de parar o processo de ustulação. Essa característica se confirmou ao analisar os períodos em que várias causas especiais atuaram tanto abaixo quanto acima dos limites de controle do processo. Dessa forma, isso se refletiu no aumento ou redução da alimentação do forno e/ou na compensação da produção de ácido.

O box plot do OEE (Figura 11) confirmou a primeira análise descrita pelos gráficos de controle, com a visualização melhor da variabilidade do processo entre os meses, e complementou ao mostrar uma leve diminuição do desempenho do setor de Ustulação a partir do segundo semestre de 2007. Apesar de o gráfico mostrar que 75% das médias mensais do OEE estão acima da meta média anual do OEE para o ano de 2007. O cálculo da meta média anual de OEE baseou-se em estimativas do ano de 2007 considerando os dias trabalhados e excluindo os dias em que houveram a parada geral e as paradas mensais para manutenção na área.

A análise estatística dos dados permitiu identificar e compreender as causas tanto para o aumento quanto para a diminuição do desempenho do setor de Ustulação. Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmaram que é necessário como pré-requisito para melhoramento, alguma forma de medida de desempenho das operações produtivas.

Após investigar verificou-se, que as causas especiais demonstradas através dos pontos acima do limite superior de controle foram causadas devido à instabilidade do mercado. Os mercados de zinco e de SO_2 são sazonais e isso reflete diretamente no desempenho da planta. Portanto a necessidade de gerar estoque para atender aos clientes implica em aumentar o desempenho da Ustulação em períodos pré-determinados.

Outra particularidade demonstrada pelos gráficos em um desses picos de produção ocorreu devido à programação da parada geral para a manutenção da planta que ocorre anualmente. Nesse período houve também a necessidade de se criar estoque haja vista que a planta ficou parada pelo período de dezoito dias, e em hipótese alguma a empresa poderia deixar de atender ao mercado.

Com relação aos *outliers* (box plot) ou aos pontos abaixo do limite inferior de controle (gráficos de controle) foram causados devidos ora a paradas programadas de manutenção, ora por incidência e/ou reincidência na quebra ou falhas de equipamentos vitais ao funcionamento da planta. Para identificar esses equipamentos foram utilizados três relatórios: Relatório de Paradas Ustulação, Relatório de Turno Ustulação e Relatório de Turno SO_2.

Após identificar as causas dos *outliers* (box plot) e dos pontos abaixo do limite inferior de controle a partir desses relatórios, foi possível criar uma planilha de causas (Apêndice 2) que identificasse cada equipamento e o respectivo número de defeitos. Esses dados foram transferidos para o software MINITAB versão 15, e gerado então um gráfico de Pareto. Essa interpretação gráfica identificou os equipamentos que apresentam os maiores índices de defeito.

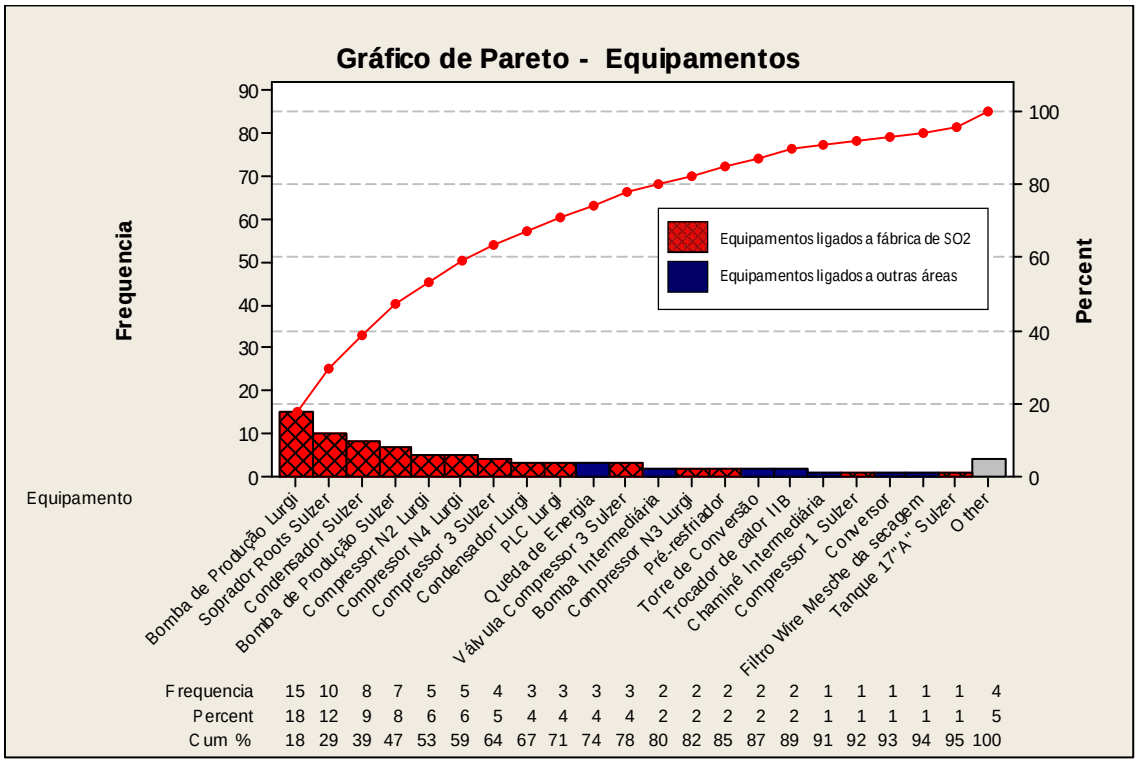


Figura 12 – Gráfico de Pareto – Equipamentos x Freqüência de Defeitos

Fonte: O Autor (2008)

O foco desse trabalho consistiu em gerar alternativas no nível tático para que a tomada de decisão gerasse benefícios à empresa, baseadas em análises estatísticas do processo. Alves (2003) conclui que para uma empresa manter ou melhorar a qualidade e produtividade são fundamentais o desenvolvimento e uso adequado de técnicas estatísticas. Com isso pode-se afirmar que após a análise estatística dos dados torna-se possível definir

metas de médio e curto prazo, investigar as causas, definir prioridades, além de buscar recursos junto à empresa visando à estabilidade e consolidação do processo produtivo.

Abaixo seguem algumas propostas geradas a partir das informações obtidas através de análises estatísticas:

- A questão da **sazonalidade** na demanda de mercado do zinco e do SO_2 apontado pelos gráficos de controle e pelo box plot é um fator relevante. Por isso como medida de médio prazo é importante que se proponha ao setor de marketing da empresa um estudo para verificar se ainda existe algum espaço nesse mercado. Com a adesão de uma nova fatia do mercado haverá a possibilidade de se negociar os prazos de entrega para os períodos em que a curva de sazonalidade se encontre em baixa. Com isso, além de gerar um aumento na receita, a disposição da curva tenderá a certa estabilidade na produção durante o ano.
- Com relação aos pontos que atuaram diminuindo o desempenho do setor, o gráfico de Pareto (Figura 12) identificou que os equipamentos das fábricas de SO_2 foram os responsáveis por quase 70% das causas. Com destaque para a **bomba de produção da Lurgi** considerado um item crítico por ser responsável por 18% dos defeitos. Portanto como medida de curto prazo é necessária a substituição dos equipamentos que se comprovarem obsoletos (mudança de tecnologia), juntamente com a conclusão do projeto de automação da fábrica de SO_2 Lurgi. Complementando essas ações é importante planejar um treinamento para a compreensão e uso dessas novas tecnologias para os operadores, além de consolidar o programa de Gestão de Equipamentos junto a esses novos equipamentos.
- Apesar do grande percentual dos responsáveis pela diminuição do desempenho do setor atualmente ser devido às fábricas de SO_2, é necessário ter a atenção também voltada para **bomba intermediária da fábrica de ácido.** Esse item, apesar de identificado com menor freqüência pelo gráfico de Pareto trata-se de um item vital para o funcionamento do setor de ustulação, visto o seu grau de influência em relação ao processo produtivo como um todo. Portanto também como medida de curto prazo é necessário aumentar a confiabilidade dessa bomba propondo uma manutenção preditiva para a análise de falhas.

As três propostas apresentadas acima tiveram como critério uma iniciativa para o futuro e a ação sobre dois itens considerados críticos devido à sua importância para o setor produtivo. Não eximindo, porém a importância dos demais itens apresentados pelos

gráficos. Mesmo assim é necessário um estudo de viabilidade técnica e financeira para que tais propostas sejam implantadas.

A próxima etapa consiste em desenvolver formulários de Plano de Ação com: descrição do problema, prazo, status, responsável, observações, etc. E então difundir essas informações de forma prática para os funcionários para que todos atuem na melhoria do processo.

Quadro 1: Possível Plano de Ação para as propostas apresentadas

Descrição do problema	Prazo	Status	Observações
Propor estudo para melhorar a questão da sazonalidade do mercado	Médio	Desenvolvendo Plano de Marketing	
Aumentar a confiabilidade da bomba intermediária da fábrica de ácido	Curto	Análise de falhas na fase final.	Foco na bomba intermediária
Substituir tecnologia da bomba de produção da planta Lurgi	Curto	Bomba especificada por empresa especializada	Bomba com proteção de vazão e temperatura

As ações acima tem como foco o aumento da estabilidade e confiabilidade na produção de ácido e SO2 líquido, e consequentemente da alimentação do forno Ustulador.

Fonte: O Autor (2008)

Depois de alcançados os resultados o ciclo de informação torna-se completo.

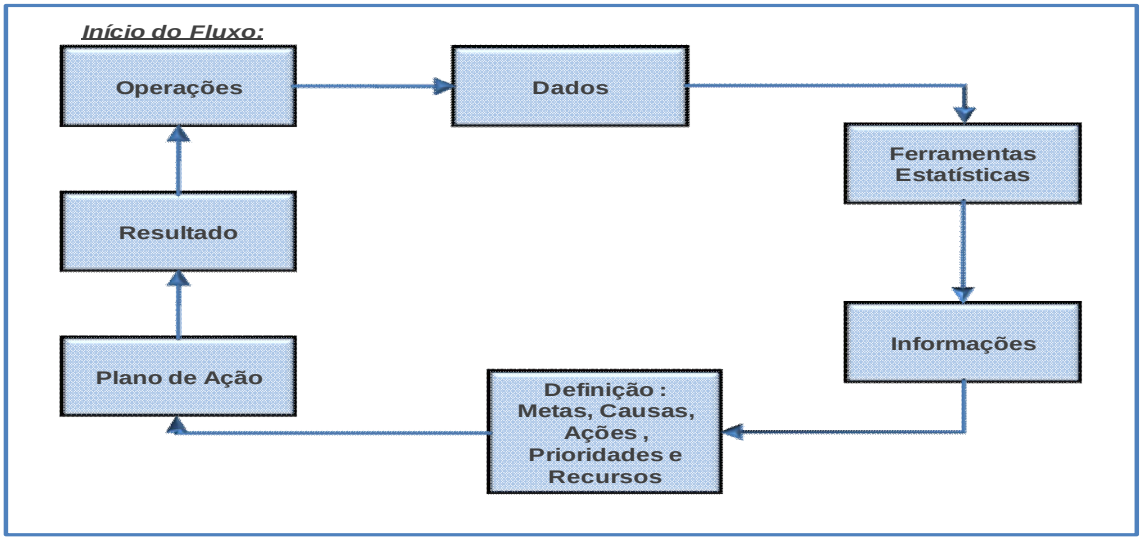


Figura 13 – Diagrama do ciclo de Informação

Fonte: O Autor (2008)

Capítulo V
CONCLUSÕES

O fato de o processo produtivo ser controlado por ferramentas estatísticas auxilia na tomada de decisão para diminuir a variabilidade do processo, o que conseqüentemente garante a redução dos custos de produção, aumento da produtividade e melhoria da qualidade.

Pela observação e análise dos resultados obtidos, a utilização destes gráficos para monitorar e analisar os processos produtivos no setor industrial apresentou-se como uma ferramenta de uso essencial para fundamentar a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. C. **Gráficos de Controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos.** Florianópolis. Dissertação de mestrado do Centro Tecnológico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

BUSSAB, Wilton e MORETIN, Pedro. **Estatística Básica.** 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. São Paulo: Atlas, 2002.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis.** Addison-Wesley, Reading, MA. 1977.

JÚNIOR MARSHALL, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade.** 8 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MIGLIOLI, A. M. **Tomada de decisão na pequena empresa: Estudo multi caso sobre a utilização de ferramentas informatizadas de apoio à decisão.** São Paulo. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. 2006.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control.** Tradução de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. 4th Edition, New York: John Wiley, 2004.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 1 Ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

O que é PI?. Disponível em: <http://www.piportal.com.br/oqueepi.php> Acesso em: out. 2007.

PIMS - **Process Information Management System – Uma introdução.** Disponível em: < http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaII/Download/DownloadFiles/Pims.PDF> Acesso em: 20 out.2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira e Fábio Alher. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

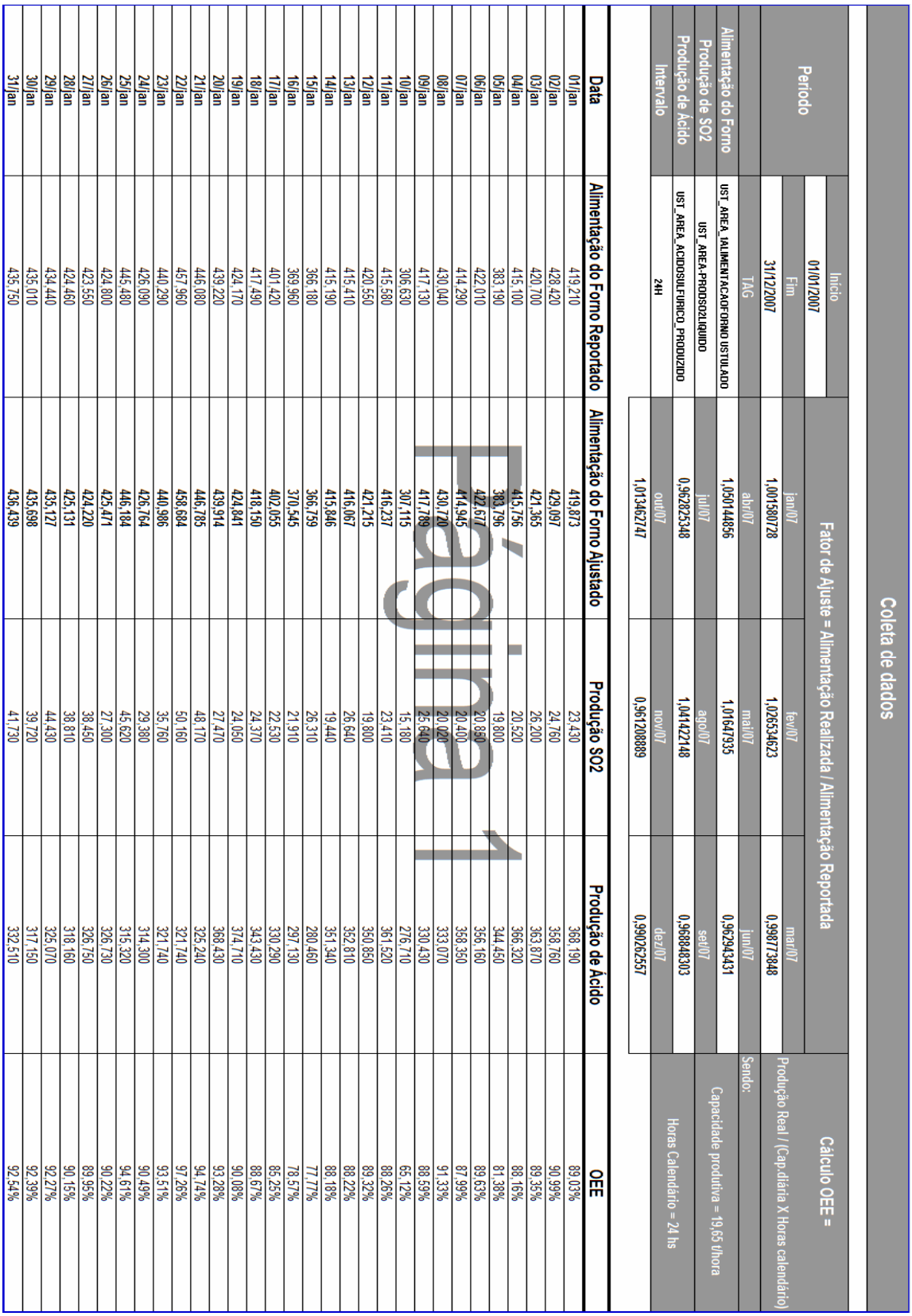
SOBROZA, A. P.; CARVALHO, F. R., 2007, **"PIMS, LIMS, MÊS e Portais",** Revista Intech, n. 83, pp. 26-28.

VOTORANTIM METAIS – **Institucional.** Disponível em: <http://vm.portalvotorantim.com.br/sites/institucional/default.aspx> Acesso em: 25 out. 2007

VOTORANTIM METAIS – **Institucional – Empresa.** Disponível em: <http://www.votorantim-metais.com.br/port/institucional/empresa.asp> Acesso em: 15 ago. 2007.

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**



Coleta de dados

Período	Início	01/01/2007
	Fim	31/12/2007
Alimentação do Forno	TAG	UST_AREA_1ALIMENTACAOFORNO USTULADO
Produção de SO2		UST_AREA-PRODSO2LIQUIDO
Produção de Ácido		UST_AREA_ACIDOSULFURICO_PRODUZIDO
Intervalo		24H

Fator de Ajuste = Alimentação Realizada / Alimentação Reportada

jan/07	fev/07	mar/07
1,001580728	1,026534623	0,998773848
abr/07	mai/07	jun/07
1,050144856	1,01647935	0,962943431
jul/07	ago/07	set/07
0,962825348	1,041422148	0,968848303
out/07	nov/07	dez/07
1,013462747	0,961208889	0,990262557

Cálculo OEE = Produção Real / (Cap.diária X Horas calendário)

Sendo:

Capacidade produtiva = 19,65 t/hora

Horas Calendário = 24 hs

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
01/jan	419,210	419,873	23,430	368,190	89,03%
02/jan	428,420	429,097	24,760	359,760	90,99%
03/jan	420,700	421,365	26,200	363,870	89,35%
04/jan	415,100	415,756	20,520	366,320	88,16%
05/jan	383,190	383,796	19,800	344,450	81,38%
06/jan	422,010	422,677	20,850	356,160	89,63%
07/jan	414,290	414,945	20,400	368,350	87,99%
08/jan	430,040	430,720	20,920	333,070	91,33%
09/jan	417,130	417,789	25,640	330,430	88,59%
10/jan	306,630	307,115	15,180	276,710	65,12%
11/jan	415,580	416,237	23,410	361,520	88,26%
12/jan	420,550	421,215	19,800	350,850	89,32%
13/jan	415,410	416,067	26,640	362,810	88,22%
14/jan	415,190	415,846	19,440	351,340	88,18%
15/jan	366,180	366,759	26,310	280,460	77,77%
16/jan	369,960	370,545	21,910	297,130	78,57%
17/jan	401,420	402,055	22,530	330,290	85,25%
18/jan	417,490	418,150	24,370	343,430	88,67%
19/jan	424,170	424,841	24,050	374,710	90,08%
20/jan	439,220	439,914	27,470	368,430	93,28%
21/jan	446,080	446,785	48,170	325,240	94,74%
22/jan	457,960	458,684	50,160	321,740	97,26%
23/jan	440,290	440,986	35,760	321,740	93,51%
24/jan	426,090	426,764	29,380	314,300	90,49%
25/jan	445,480	446,184	45,620	315,320	94,61%
26/jan	424,800	425,471	27,300	326,730	90,22%
27/jan	423,550	424,220	38,450	326,750	89,95%
28/jan	424,460	425,131	38,810	318,160	90,15%
29/jan	434,440	435,127	44,430	325,070	92,27%
30/jan	435,010	435,698	39,720	317,150	92,39%
31/jan	435,750	436,439	41,730	332,510	92,54%

Página 1

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
01/fev	438.940	450.587	48.020	315.630	95.54%
02/fev	417.920	429.009	40.380	304.770	90.97%
03/fev	420.570	431.730	45.280	314.520	91.55%
04/fev	417.720	428.804	33.840	314.240	90.93%
05/fev	410.610	421.505	35.380	293.730	89.38%
06/fev	406.380	417.163	43.330	294.590	88.46%
07/fev	418.600	429.707	34.120	316.510	91.12%
08/fev	391.950	402.350	28.340	313.690	85.32%
09/fev	398.050	408.612	44.650	310.020	86.64%
10/fev	398.150	408.715	45.630	318.460	86.67%
11/fev	394.650	405.122	44.870	295.850	85.90%
12/fev	397.930	408.489	46.580	291.120	86.62%
13/fev	377.360	387.373	47.250	298.510	82.14%
14/fev	381.890	392.023	51.700	283.160	83.13%
15/fev	364.380	374.049	43.220	286.720	79.31%
16/fev	365.150	374.839	38.050	284.920	79.48%
17/fev	372.410	382.292	39.080	291.680	81.06%
18/fev	370.290	380.116	38.460	295.170	80.60%
19/fev	383.440	393.614	43.890	274.090	83.46%
20/fev	395.660	406.159	46.440	282.100	86.12%
21/fev	372.930	382.826	35.160	263.230	81.18%
22/fev	360.450	370.014	25.180	273.780	78.46%
23/fev	350.780	360.088	16.210	276.260	76.35%
24/fev	372.330	382.210	21.130	302.350	81.05%
25/fev	411.830	422.758	34.450	320.430	89.64%
26/fev	382.620	392.670	31.200	305.910	83.26%
27/fev	399.690	410.296	39.260	297.860	87.00%
28/fev	400.330	410.953	38.070	304.160	87.14%
01/mar	410.380	409.877	45.760	274.540	86.91%
02/mar	408.570	408.069	46.000	301.100	86.53%
03/mar	403.040	402.546	42.160	316.330	85.36%
04/mar	404.270	403.774	47.770	298.250	85.62%
05/mar	404.060	403.565	40.250	312.910	85.57%
06/mar	407.210	406.711	39.170	308.500	86.24%
07/mar	402.710	402.216	42.980	307.260	85.29%
08/mar	405.970	405.472	40.270	303.040	85.98%
09/mar	401.200	400.708	40.030	307.580	84.97%
10/mar	386.220	385.746	31.510	311.710	81.80%
11/mar	394.630	394.146	35.100	305.630	83.58%
12/mar	389.350	388.873	33.680	293.050	82.46%
13/mar	377.320	376.857	35.080	293.050	79.91%
14/mar	380.700	380.233	25.640	312.640	80.63%
15/mar	393.810	393.327	21.640	348.610	83.40%
16/mar	368.920	368.468	26.140	331.930	78.13%
17/mar	402.040	401.547	23.350	307.610	85.15%
18/mar	385.480	385.007	10.560	331.700	81.64%
19/mar	385.770	385.297	8.190	363.090	81.70%
20/mar	305.930	305.555	3.670	344.140	64.79%
21/mar	377.160	376.698	0.000	274.030	79.88%
22/mar	378.940	378.475	0.000	331.720	80.25%
23/mar	387.290	386.815	0.000	329.170	82.02%
24/mar	343.250	342.829	0.000	346.590	72.69%
25/mar	367.600	367.149	0.000	329.620	77.85%
26/mar	370.460	370.006	0.000	344.850	78.46%
27/mar	341.710	341.291	0.000	352.370	72.37%
28/mar	376.300	375.839	5.610	331.480	79.69%
29/mar	378.690	378.226	11.610	346.570	80.20%
30/mar	408.640	408.139	29.270	342.080	86.54%
31/mar	416.680	416.169	29.200	349.300	88.25%

Página 2

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
02/abr	396,826	416,725	2,580	360,720	88,36%
03/abr	425,040	446,354	23,860	373,110	94,65%
04/abr	442,400	464,584	45,850	326,740	98,51%
05/abr	395,660	415,500	24,790	315,250	88,10%
06/abr	456,440	479,328	42,220	357,770	101,64%
07/abr	452,580	475,275	37,400	369,550	100,78%
08/abr	406,710	427,104	22,110	361,000	90,56%
09/abr	402,180	422,347	24,450	350,750	89,56%
10/abr	391,450	411,079	20,930	340,760	87,17%
11/abr	408,950	429,457	27,330	331,590	91,06%
12/abr	359,000	377,002	18,980	307,680	79,94%
13/abr	427,860	449,315	21,180	364,410	95,27%
14/abr	428,530	450,019	17,870	359,780	95,42%
15/abr	414,290	435,065	20,460	346,350	92,25%
16/abr	411,470	432,103	24,380	335,560	91,62%
17/abr	334,710	351,494	15,090	281,220	74,53%
18/abr	436,010	457,874	26,820	359,040	97,09%
19/abr	436,080	457,947	22,510	339,450	97,10%
20/abr	458,360	481,344	50,690	326,440	102,07%
21/abr	441,080	463,198	41,290	330,190	98,22%
22/abr	451,310	473,941	44,810	343,740	100,50%
23/abr	459,590	482,636	49,740	332,290	102,34%
24/abr	463,820	487,078	49,730	338,390	103,28%
25/abr	427,490	448,926	43,480	332,310	95,19%
26/abr	445,620	467,966	43,650	344,740	99,23%
27/abr	354,150	371,909	36,070	274,590	78,86%
28/abr	439,170	461,192	38,660	348,580	97,79%
29/abr	463,050	486,270	46,400	365,120	103,11%
30/abr	401,500	421,633	45,000	341,000	89,40%
01/mai	407,720	414,439	42,660	319,970	87,88%
02/mai	418,480	425,376	47,360	322,030	90,20%
03/mai	423,430	430,408	43,870	333,450	91,27%
04/mai	427,710	434,758	44,440	339,790	92,19%
05/mai	449,910	457,324	48,570	364,870	96,97%
06/mai	427,600	434,647	38,010	348,320	92,16%
07/mai	417,000	423,872	42,420	329,970	89,88%
08/mai	365,220	371,239	34,160	384,850	78,72%
09/mai	415,920	422,774	43,900	328,580	89,65%
10/mai	417,010	423,882	46,980	322,310	89,88%
11/mai	415,498	422,345	46,170	322,460	89,56%
12/mai	419,710	426,627	38,870	343,430	90,46%
13/mai	420,900	427,836	36,050	334,520	90,72%
14/mai	420,662	427,594	42,160	346,620	90,67%
15/mai	426,830	433,864	38,330	347,800	92,00%
16/mai	407,310	414,022	25,560	347,800	87,79%
17/mai	329,380	334,808	36,400	254,340	70,99%
18/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
19/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
20/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
21/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
22/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
23/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
24/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
25/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
26/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
27/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
28/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
29/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
30/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
31/mai	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%

Página 3

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
02/jun	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
03/jun	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
04/jun	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00%
05/jun	138,555	133,421	0,000	79,680	28,29%
06/jun	143,000	137,701	0,000	147,130	29,20%
07/jun	396,810	382,106	0,000	364,480	81,02%
08/jun	376,160	362,221	0,000	320,650	76,81%
09/jun	402,440	387,527	0,000	342,310	82,17%
10/jun	403,280	388,336	19,610	372,000	82,34%
11/jun	338,040	325,513	16,650	292,720	69,02%
12/jun	370,290	356,568	12,650	291,990	75,61%
13/jun	409,790	394,605	17,280	339,290	83,67%
14/jun	424,500	408,769	20,470	319,830	86,68%
15/jun	415,400	400,007	27,800	346,650	84,82%
16/jun	407,570	392,467	17,540	352,760	83,22%
17/jun	422,200	406,555	29,630	333,150	86,21%
18/jun	407,910	392,794	18,640	330,140	83,29%
19/jun	429,880	413,950	39,790	288,840	87,78%
20/jun	426,870	411,052	43,030	337,530	87,16%
21/jun	398,690	383,916	22,080	332,360	81,41%
22/jun	391,990	377,464	16,270	350,550	80,04%
23/jun	413,910	398,572	25,580	350,080	84,51%
24/jun	419,400	403,858	30,150	339,620	85,64%
25/jun	417,580	402,106	28,950	334,000	85,26%
26/jun	400,960	386,102	37,130	329,610	81,87%
27/jun	380,260	366,169	27,640	323,470	77,64%
28/jun	409,090	393,931	28,420	335,520	83,53%
29/jun	420,440	404,860	37,720	336,430	85,85%
30/jun	425,090	409,338	32,700	335,250	86,80%
01/jul	424,630	408,845	43,440	326,520	86,69%
02/jul	407,410	392,265	21,780	351,960	83,18%
03/jul	63,010	60,668	2,870	45,600	12,86%
04/jul	198,510	191,130	2,090	150,820	40,53%
05/jul	386,970	372,585	14,710	332,380	79,00%
06/jul	349,820	336,816	22,430	289,440	71,42%
07/jul	383,440	369,186	24,360	313,230	78,28%
08/jul	393,720	379,084	31,030	313,980	80,38%
09/jul	351,920	338,838	35,050	274,340	71,85%
10/jul	374,040	360,135	26,450	311,610	76,36%
11/jul	370,320	356,553	15,540	328,910	75,61%
12/jul	383,740	369,475	26,770	318,790	78,34%
13/jul	403,880	388,866	39,040	312,420	82,46%
14/jul	413,670	398,292	47,800	308,020	84,46%
15/jul	402,860	387,884	39,610	315,980	82,25%
16/jul	403,740	388,731	41,390	304,440	82,43%
17/jul	415,090	399,659	39,860	325,070	84,75%
18/jul	423,710	407,959	40,780	311,600	86,51%
19/jul	431,330	415,295	47,630	335,380	88,06%
20/jul	434,480	418,328	47,750	336,910	88,70%
21/jul	425,210	409,403	44,590	337,090	86,81%
22/jul	433,830	417,703	44,590	334,700	88,57%
23/jul	429,150	413,196	46,340	315,250	87,62%
24/jul	427,150	411,271	37,720	315,230	87,21%
25/jul	427,950	412,041	39,620	304,520	87,37%
26/jul	437,370	421,111	46,260	343,010	89,29%
27/jul	433,840	417,712	38,750	335,640	88,57%
28/jul	429,550	413,582	45,920	324,460	87,70%
29/jul	422,830	407,111	33,010	324,440	86,33%
30/jul	421,080	405,426	43,790	319,960	85,97%
31/jul	420,040	404,425	40,450	331,040	85,76%

Página 4

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
02/ago	398.140	414.632	39.520	314.910	87.92%
03/ago	374.520	390.033	38.130	296.320	82.70%
04/ago	390.000	406.155	34.860	317.490	86.12%
05/ago	400.000	416.569	36.340	321.600	88.33%
06/ago	334.050	347.887	9.180	299.890	73.77%
07/ago	381.700	397.511	22.130	325.250	84.29%
08/ago	373.000	388.450	20.490	322.300	82.37%
09/ago	398.970	415.496	33.420	326.310	88.10%
10/ago	431.280	449.145	38.920	349.110	95.24%
11/ago	408.000	424.900	29.830	342.820	90.10%
12/ago	412.000	429.066	39.300	330.880	90.98%
13/ago	404.150	420.891	39.880	321.030	89.25%
14/ago	417.780	435.085	39.030	333.940	92.26%
15/ago	208.070	216.689	7.450	207.400	45.95%
16/ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%
17/ago	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%
18/ago	55.200	57.487	0.000	52.550	12.19%
19/ago	373.540	389.013	17.570	331.770	82.49%
20/ago	406.750	423.598	20.700	354.750	89.82%
21/ago	396.400	412.820	32.440	325.820	87.54%
22/ago	415.320	432.523	43.650	321.240	91.71%
23/ago	365.000	380.119	29.540	293.660	80.60%
24/ago	415.870	433.096	41.080	330.210	91.84%
25/ago	422.450	439.949	41.400	336.160	93.29%
26/ago	434.560	452.560	40.440	348.210	95.96%
27/ago	404.560	421.318	27.840	339.150	89.34%
28/ago	412.180	429.253	36.260	329.100	91.02%
29/ago	419.530	436.908	36.230	340.720	92.64%
30/ago	332.640	346.419	12.540	279.070	73.46%
31/ago	415.190	432.388	15.000	326.260	91.69%
01/set	390.000	377.891	14.700	354.160	80.12%
02/set	423.000	409.823	23.880	369.840	86.90%
03/set	417.650	404.639	20.880	370.640	85.80%
04/set	389.910	377.764	16.480	342.880	80.10%
05/set	428.308	414.965	34.750	358.590	87.99%
06/set	375.000	363.318	17.900	334.060	77.04%
07/set	384.000	372.038	11.420	353.630	78.89%
08/set	367.000	355.567	6.850	343.650	75.40%
09/set	373.390	361.758	6.880	348.720	76.71%
10/set	386.220	374.189	6.820	362.320	79.34%
11/set	380.580	368.724	4.800	360.950	78.19%
12/set	376.470	364.742	9.670	347.010	77.34%
13/set	367.160	355.722	6.200	344.790	75.43%
14/set	372.850	361.235	6.720	348.180	76.60%
15/set	354.440	343.399	4.300	322.050	72.82%
16/set	355.170	344.106	5.720	330.660	72.97%
17/set	367.000	355.567	3.830	346.960	75.40%
18/set	350.000	339.097	2.510	333.620	71.90%
19/set	389.400	377.270	14.940	350.030	80.00%
20/set	361.940	350.665	12.090	329.400	74.36%
21/set	374.740	363.066	12.090	341.870	76.99%
22/set	398.590	386.173	22.630	346.880	81.89%
23/set	390.970	378.791	15.610	350.750	80.32%
24/set	390.820	378.645	20.780	342.270	80.29%
25/set	404.270	391.676	22.080	353.570	83.05%
26/set	405.170	392.548	28.140	345.690	83.24%
27/set	391.990	379.779	24.760	337.490	80.53%
28/set	396.820	384.458	21.120	330.440	81.52%
29/set	393.310	381.058	11.650	351.730	80.80%
30/set	408.500	395.775	19.000	351.830	83.92%

Página 5

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
02/out	381.697	386.836	22.960	323.860	82.03%
03/out	412.670	418.226	24.360	353.020	88.68%
04/out	324.044	328.407	12.390	287.870	69.64%
05/out	395.040	400.358	17.890	346.820	84.89%
06/out	361.257	366.121	18.830	312.550	77.63%
07/out	373.766	378.798	10.860	341.510	80.32%
08/out	371.810	376.816	9.360	344.560	79.90%
09/out	355.040	359.820	3.510	335.240	76.30%
10/out	359.740	364.583	2.640	342.260	77.31%
11/out	392.120	397.399	17.430	347.680	84.27%
12/out	372.280	377.292	19.720	325.150	80.00%
13/out	373.410	378.437	14.170	334.850	80.25%
13/out	352.720	357.469	16.120	315.320	75.80%
15/out	326.240	330.632	13.330	290.980	70.11%
16/out	349.103	353.803	19.180	302.220	75.02%
17/out	330.920	335.375	17.330	288.590	71.11%
18/out	378.610	383.707	20.360	329.850	81.36%
19/out	377.920	383.008	17.800	332.280	81.21%
20/out	360.470	365.323	17.730	316.460	77.46%
21/out	343.200	347.820	11.400	311.370	73.75%
22/out	310.540	314.721	12.830	276.510	66.73%
23/out	404.520	409.966	14.490	347.270	86.93%
24/out	413.960	419.533	18.050	328.610	88.96%
25/out	373.520	378.549	14.070	305.730	80.27%
26/out	415.100	420.688	13.650	337.890	89.20%
27/out	415.930	421.530	13.130	354.000	89.38%
28/out	418.890	424.529	15.780	356.760	90.02%
29/out	404.380	409.824	8.670	360.310	86.90%
30/out	401.960	407.371	4.840	362.920	86.38%
31/out	400.190	405.578	11.000	348.720	86.00%
01/nov	386.300	371.315	13.270	349.950	78.74%
02/nov	400.410	384.878	12.300	355.500	81.61%
03/nov	403.940	388.271	15.190	356.520	82.33%
04/nov	405.510	389.780	14.420	352.160	82.65%
05/nov	410.610	394.682	16.880	356.840	83.69%
06/nov	365.170	351.005	10.130	318.940	74.43%
07/nov	323.440	310.893	8.080	286.150	65.92%
08/nov	369.330	355.003	12.230	357.530	75.28%
09/nov	413.410	397.373	19.020	358.100	84.26%
10/nov	408.250	392.414	17.640	354.650	83.21%
11/nov	417.380	401.189	11.290	354.740	85.07%
12/nov	415.800	399.671	17.430	341.160	84.75%
13/nov	418.870	402.622	16.850	341.220	85.37%
14/nov	396.530	381.148	15.910	318.400	80.82%
15/nov	428.260	411.647	21.480	348.640	87.29%
16/nov	442.700	425.527	34.640	340.850	90.23%
17/nov	446.010	428.709	42.160	354.850	90.91%
18/nov	452.170	434.630	42.450	353.260	92.16%
19/nov	451.950	434.418	45.120	350.220	92.12%
20/nov	386.000	371.027	21.100	308.030	78.67%
21/nov	449.020	431.602	31.060	332.310	91.52%
22/nov	398.960	383.484	25.300	313.840	81.32%
23/nov	427.670	411.080	21.860	346.370	87.17%
24/nov	420.850	404.525	26.930	351.220	85.78%
25/nov	428.040	411.436	24.160	356.450	87.24%
26/nov	410.780	394.845	21.790	343.510	83.72%
27/nov	355.960	342.152	21.350	285.580	72.55%
28/nov	348.990	335.452	17.780	329.160	71.13%
29/nov	404.860	389.155	26.460	305.780	82.52%
30/nov	391.600	376.409	15.980	330.130	79.82%

Página 6

APÊNDICE 1 – Planilha Coleta de Dados

Unidade de medida para os parâmetros abaixo: **toneladas/hora (t/h), exceto OEE.**

Data	Alimentação do Forno Reportado	Alimentação do Forno Ajustado	Produção SO2	Produção de Ácido	OEE
02/dez	403,570	399,640	24,150	362,530	84,74%
03/dez	403,070	399,145	17,510	350,540	84,64%
04/dez	402,740	398,818	18,470	342,660	84,57%
05/dez	405,720	401,769	23,330	351,270	85,19%
06/dez	400,030	396,135	17,410	331,680	84,00%
07/dez	415,100	411,058	29,110	357,400	87,16%
08/dez	411,850	407,840	24,300	351,610	86,48%
09/dez	402,110	398,194	23,240	347,170	84,43%
10/dez	389,420	385,628	18,780	332,920	81,77%
11/dez	391,460	387,648	19,420	333,020	82,20%
12/dez	403,030	399,106	17,590	340,130	84,63%
13/dez	401,510	397,600	21,870	340,800	84,31%
14/dez	407,350	403,383	22,300	342,650	85,54%
15/dez	415,070	411,028	18,540	357,810	87,16%
16/dez	415,250	411,207	29,100	357,780	87,19%
17/dez	410,280	406,285	20,330	340,930	86,15%
18/dez	402,070	398,155	23,130	345,700	84,43%
19/dez	402,400	398,482	21,000	330,500	84,50%
20/dez	389,860	386,064	11,980	331,860	81,86%
21/dez	326,850	323,667	4,740	299,200	68,63%
22/dez	378,720	375,032	2,790	351,840	79,52%
23/dez	387,640	383,865	0,000	365,990	81,40%
24/dez	385,950	382,192	0,000	358,240	81,04%
25/dez	382,140	378,419	0,000	360,840	80,24%
26/dez	385,110	381,360	0,000	375,040	80,87%
27/dez	397,000	393,134	9,230	351,100	83,36%
28/dez	425,040	420,901	22,050	328,280	89,25%
29/dez	427,740	423,575	38,370	342,620	89,82%
30/dez	424,940	420,802	31,940	343,840	89,23%
31/dez	425,130	420,980	28,600	345,840	89,27%

ANO 2007	
mês	Alimentação Realizada	Alimentação Reportada
1	12956,248	12935,800
2	11264,072	10972,910
3	11949,630	11964,300
4	12844,664	12231,326
5	7125,815	7010,290
6	9619,906	9990,105
7	11673,574	12124,290
8	11039,960	10600,850
9	11204,409	11564,668
10	11402,517	11251,047
11	11706,342	12178,770
12	11901,124	12018,150

Fabiana Regina

APÊNDICE 2 – Planilha de Causas

Ustulação	
Equipamento	Frequencia
Soprador Roots Sulzer	10
Condensador da Sulzer	8
Trocador de calor IIB	2
Chaminé Intermediária	1
Compressor 1 Sulzer	1
Trocador calor 1 Lurgi	1
Tanque 17"A" Sulzer	1
Compressor N3 Lurgi	2
Compressor N4 Lurgi	5
Compressor N2 Lurgi	5
Condensador da Lurgi furado	3
Compressor 3 Sulzer	4
Pré-resfriador	2
Filtro Wire Mesche da secagem	1
Trocador de calor da Intermediária	1
Bomba de Produção Lurgi	15
PLC Lurgi	3
Válvulas de segurança Lurgi	1
Bomba de Produção Sulzer	7
Bomba Intermediária	2
Válvula Compressor 3 Sulzer	3
Torre de Conversão	2
Queda de Energia	3
Torre Final	1
Conversor	1

Página 1