

**VANDERSON DA CUNHA FRAGA**

**FATORES CRÍTICOS NA INSTALAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E  
OPERAÇÃO DA INDÚSTRIA DE PROCESSOS QUÍMICOS**

**Monografia apresentada para  
Obtenção do título de Especialista  
em Administração Industrial no  
Curso de Pós - Graduação em  
Administração Industrial, Setor de  
Ciências Sociais Aplicadas - Centro  
de Pesquisa e Pós - Graduação em  
Administração, Universidade Federal  
do Paraná.**

**Orientador: Prof. Acyr Seleme**

**CURITIBA  
2001**

## **AGRADECIMENTOS**

A todos as pessoas, familiares e profissionais, que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

Gostaria de expressar nominalmente meus agradecimentos, em especial, para algumas pessoas com as quais tenho orgulho de ter trabalhado e ter aprendido aspectos práticos da vida profissional do Engenheiro Químico. Agradeço também a todos os colaboradores da Universidade Federal do Paraná, funcionários, professores e assistentes, pelo apoio e presença em todos os momentos, tanto na minha Graduação como na Pós-Graduação.

Estas pessoas são:

- Prof. Acyr Seleme, pela orientação clara, auxílio e apoio durante a monografia.
- Sr. João D. Neto, empresário, pelas oportunidades dadas de estágio e trabalho.
- Sr. Mauri Carnevalle, por todas as informações dadas a nível profissional e pessoal.

## SUMÁRIO

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMO.....</b>                                                                                     | <b>VI</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                               | <b>1</b>  |
| 1.1 JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO TEMA.....                                                          | 3         |
| 1.2 OBJETIVO GERAL.....                                                                                | 4         |
| <b>2 PRODUTO, LOCALIZAÇÃO E MERCADO.....</b>                                                           | <b>5</b>  |
| 2.2 O conhecimento do produto.....                                                                     | 6         |
| 2.2.1 Exemplos de casos de teste em cliente final.....                                                 | 7         |
| 2.3 A Estratégia da localização.....                                                                   | 8         |
| 2.4 Conhecimento do mercado.....                                                                       | 9         |
| <b>3 PROJETO, MONTAGEM E “START UP” DAS UNIDADES DE PROCESSO.....</b>                                  | <b>13</b> |
| 3.1 Projeto da fábrica.....                                                                            | 14        |
| 3.2 Instalação e montagem das unidades de processo.....                                                | 16        |
| 3.3 Dando partida à produção.....                                                                      | 18        |
| 3.3.1 Recomendações para o “Start Up” da unidade.....                                                  | 18        |
| <b>4 CONTROLE DE QUALIDADE.....</b>                                                                    | <b>20</b> |
| 4.1 A Garantia da qualidade de produtos e processos.....                                               | 21        |
| 4.1.1 Base para especificações.....                                                                    | 21        |
| 4.1.2 Controle do processo.....                                                                        | 23        |
| 4.1.3 ISO 9000 Implantação e manutenção ( Um caso prático ).....                                       | 23        |
| <b>5 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO.....</b>                                                               | <b>25</b> |
| 5.1 Estágios de desenvolvimento de um produto ou processo.....                                         | 26        |
| 5.2 Criar: O talento que faz a diferença.....                                                          | 28        |
| <b>6 MELHORIAS E DECISÕES DE INVESTIMENTO.....</b>                                                     | <b>30</b> |
| 6.1 Estudo de viabilidade técnico- econômica e operacional ( EVTEO ).....                              | 31        |
| 6.1.1 Indagações fundamentais.....                                                                     | 32        |
| 6.1.2 Fatores que afetam a rentabilidade dos investimentos.....                                        | 34        |
| 6.2 Exemplo de um estudo de viabilidade técnica, econômica e operacional em uma indústria química..... | 37        |
| 6.2.1 Introdução.....                                                                                  | 37        |

|           |                                                                                                                               |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.2.2     | Descrição.....                                                                                                                | 37        |
| 6.2.3     | Resultados.....                                                                                                               | 38        |
| <b>7</b>  | <b>PRODUTIVIDADE E MANUTENÇÃO.....</b>                                                                                        | <b>40</b> |
| 7.1       | Relacionando os conceitos.....                                                                                                | 41        |
| 7.2       | Manutenção.....                                                                                                               | 43        |
| <b>8.</b> | <b>CUIDANDO DA ÁREA AMBIENTAL.....</b>                                                                                        | <b>44</b> |
| 8.1       | Revisando os processos produtivos.....                                                                                        | 45        |
| 8.2       | Exemplo de reciclagem de um resíduo industrial.....                                                                           | 47        |
| 8.3       | Fiscalização: A responsabilidade das autoridades.....                                                                         | 49        |
| <b>9</b>  | <b>SEGURANÇA: UMA PREOCUPAÇÃO CONSTANTE.....</b>                                                                              | <b>50</b> |
| 9.1       | Acidentes presenciados.....                                                                                                   | 52        |
| 9.2       | Preocupação com a segurança no projeto da fábrica.....                                                                        | 52        |
| 9.3       | Exemplos de acidentes causados por falha humana.....                                                                          | 54        |
| 9.3.1     | Acidentes causados por deslizos. Para preveni-los, devemos mudar o projeto da<br>fábrica ou os procedimentos de trabalho..... | 55        |
| 9.4       | Exemplos de acidentes causados por erros em procedimentos de operação....                                                     | 57        |
| 9.5       | Análise de riscos de processos, conceitos e técnicas de identificação de riscos<br>industriais.....                           | 59        |
| 9.5.1     | Conceitos.....                                                                                                                | 59        |
| 9.5.2     | Análise preliminar de perigo ( APP ).....                                                                                     | 64        |
| 9.5.3     | “WHAT-IF” ( E – SE ).....                                                                                                     | 66        |
| 9.5.4     | Análise de perigos e operacionalidade ( HAZOP ).....                                                                          | 67        |
| 9.5.5     | AMFE ( Análise de Modos de Falhas e Efeitos ).....                                                                            | 69        |
| 9.5.6     | Índices DOW e MOND.....                                                                                                       | 70        |
| 9.5.7     | Documentos utilizados.....                                                                                                    | 71        |
| 9.6       | Segurança em laboratórios químicos.....                                                                                       | 71        |
| <b>10</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                              | <b>72</b> |
| <b>11</b> | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                       | <b>73</b> |

## RESUMO

Esta monografia trata dos assuntos básicos ligados à instalação, operação e manutenção de uma indústria de processos químicos. O objetivo principal é informar ao leitor, que certos pontos críticos como planejamento prévio, conhecimento dos futuros concorrentes, segurança, meio ambiente, produtividade e desenvolvimento constante, podem influenciar no sucesso futuro de um novo empreendimento. Assim, procurei relacionar situações práticas, pessoalmente vivenciadas, como também exemplos encontrados em literatura. Em cada tópico são encontradas recomendações para se evitar os problemas comuns normalmente vivenciados em uma indústria de processos. Para um maior aprofundamento nos assuntos descritos, recomendo a leitura das referências utilizadas, as quais encontram-se relacionadas no final do trabalho.

Palavras-chave: Processos químicos; produtividade, desenvolvimento; manutenção.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria de processos químicos é um dos setores mais importantes da economia de qualquer país industrializado. Diversos são os produtos fabricados para os mais variados segmentos da economia nacional. Poderíamos citar alguns produtos que fazem parte de nossa vida diária, como plásticos, fertilizantes, alimentos, óleos, produtos químicos em geral, entre outros.

Em todas as indústrias de processos, existem equipamentos e operações de fabricação, cujo princípio de operação é igual, independente do setor. Operações como processos de separação, transferência de calor, agitação e mistura, bombeamento, reações químicas, entre outras. O que varia são as condições de fabricação e os produtos usados, porém os princípios usados para dimensionamento e operação, são iguais, independente do segmento industrial.

É com grande motivação que procurei escrever esta monografia, trabalho onde procurei relacionar o dia-a-dia da indústria química com alguns conceitos importantes estudados durante o curso de Pós-Graduação. A estrutura de uma indústria química não difere muito em relação a outras indústrias, pois a mesma possui todos os departamentos comuns a uma empresa como setor de produção, controle de qualidade, recursos humanos, desenvolvimento, financeiro, etc. O diferencial está basicamente nos processos físico-químicos que compõem a industrialização.

Os fenômenos físico-químicos envolvidos, muitas vezes são de difícil entendimento para um profissional que não esteja acostumado com este ambiente industrial. Os processos químicos são de difícil visualização, pois os mesmos muitas vezes ocorrem dentro de equipamentos fechados, com os produtos fluindo dentro de tubulações impulsionados por bombas de diversos tipos.

Durante o curso de Pós-Graduação muitos foram os casos estudados em indústrias mecânicas. Concordo com esta metodologia, pois é mais fácil o entendimento. Desta forma o objetivo principal deste trabalho foi o de determinar alguns pontos críticos para a instalação, operação e manutenção de uma indústria química. Acredito que certos fatores como segurança e meio ambiente sejam críticos para a indústria química, assim como a produtividade do processo e o desenvolvimento constante de novos produtos. Procuro informar o futuro empreendedor da área, independente do nível de

conhecimento, de pontos que podem comprometer os investimentos caso não sejam previamente analisados. Recomendo algumas referências para um estudo mais aprofundado dos assuntos tratados, caso o leitor assim desejar.

Outro objetivo que procurei destacar, é o de fazer uma adaptação dos novos conceitos de produção e produtividade, aprendidos durante o curso, para o ambiente de uma indústria química. Acredito que são conceitos bastante úteis que podem ser usados desde o projeto da indústria, como no dia-a-dia de trabalho. Enfim, o trabalho é totalmente voltado à indústria química, relacionando importantes conceitos aprendidos, a uma empresa química, onde o processo se caracteriza por operações de transferência de calor, transferência de massa, reações químicas, processos de separação, entre outras.

O trabalho é composto de 8 partes principais:

A primeira parte, item dois, **Produto Localização e Mercado**, trata do estudo prévio para a localização da empresa, mostrando alguns fatores positivos que podem influenciar a estratégia de crescimento da empresa. Trata também do profundo estudo prévio de mercado e de produto, que deve ser feito antes da empresa fazer qualquer investimento na área.

A segunda parte, item três, **Projeto, Montagem e “Start Up” das Unidades de Processo**, procura informar e orientar sobre os detalhes de uma etapa crucial que é o projeto da fábrica e unidades de produção. É descrito um pequeno roteiro, que poderá ser seguido antes de iniciar as obras, o qual relaciona os principais documentos a serem feitos pela equipe de projeto.

A terceira parte, item quatro, **Controle de Qualidade**, possui o objetivo de informar a importância desse setor da fábrica, junto ao processo de produção, para, em equipe, garantir a qualidade do produto acabado, assim como das máquinas e equipamentos, mantendo a segurança dos funcionários, da sociedade e do meio ambiente.

A quarta parte, item cinco, **Pesquisa e Desenvolvimento**, relaciona algumas características básicas que diferenciam o desenvolvimento de produtos químicos de outros setores industriais. Procurei ressaltar a importância do desenvolvimento contínuo para a manutenção das vendas e superação da concorrência. O assunto é mais dirigido para uma indústria que forneça um produto para uma outra empresa, a qual vende para o público em geral.

A quinta parte, item seis, **Melhorias e Decisões de Investimento**, possui o objetivo de descrever um roteiro para a escolha da melhor alternativa de investimento. O mesmo pode ser utilizado independente do tamanho do investimento a ser feito. Procuro ressaltar a importância do estudo de viabilidade técnica e econômica em qualquer estudo de projeto.

A sexta parte, item sete, **Produtividade e Manutenção**, procurei relacionar à indústria de processos químicos, alguns conceitos como Sistema Toyota de Produção e Teoria das Restrições. O objetivo é relacionar estes conceitos aos processos físico-químicos encontrados nas empresas do setor, ressaltando os pontos críticos do processo que podem influenciar na produtividade final da fábrica.

A sétima parte, item oito, **Cuidando da Área Ambiental**, procura informar ao futuro empreendedor, a necessidade de termos um processo limpo, produtivo e econômico, que evita gerar ao máximo qualquer tipo de resíduo. Para termos uma empresa que realmente se preocupa com o meio ambiente, determino que, para qualquer resíduo gerado, seja estudada uma forma de reaproveitamento, seja no próprio processo do gerador ou vendido como matéria-prima para outras empresas, as quais poderão comprar como matéria-prima em seus processos.

A oitava parte, item nove, **Segurança: Uma Preocupação Constante**, possui o objetivo de informar e relacionar, como o fator segurança é importante tanto para os funcionários que trabalham diretamente com os produtos e equipamentos de processo, como também para a segurança do processo como um todo, da sociedade e meio ambiente.

## 1.1 JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO TEMA

Como profissional da área da Engenharia Química, verifiquei a oportunidade de descrever sobre os problemas encontrados em todas as empresas por onde tive a oportunidade de trabalhar, relacionando ao ambiente de trabalho, os conceitos abordados durante o curso de Pós-Graduação em Administração Industrial, assim como vários outros assuntos de interesse na área. Informar ao futuro empreendedor na área, fatores que podem determinar o sucesso como empresário e gerente de fábrica. A escolha do tema foi totalmente pessoal, com interesse de contribuir para o sucesso de um futuro empreendimento na área da indústria de processos químicos.

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é o de prover a um futuro empreendedor da área um resumo dos pontos que poderão influenciar diretamente no sucesso das vendas, e na continuidade do negócio. A intenção é que o leitor se conscientize das necessidades e problemas futuros que poderá encontrar, quando decidir instalar, operar, entrar e permanecer no mercado escolhido. Verifiquei em todas as empresas por onde tive a oportunidade de trabalhar, a falta de conhecimento, seja do mercado, como do produto a ser vendido. Desta forma, procuro resumir alguns pontos básicos em 8 capítulos, considerados por mim como fundamentais para o sucesso da administração industrial.

## 2. PRODUTO, LOCALIZAÇÃO E MERCADO

Saber o que produzir e onde instalar a fábrica, é uma tarefa de grande responsabilidade, reservada aos diretores e gerentes da empresa. Os mesmos devem dominar em detalhes a fabricação do produto, como também conhecer o potencial do mercado consumidor, concorrentes, fornecedores, possibilidades de mudanças técnicas no produto e na tecnologia de fabricação. Acredito serem informações que podem influenciar no sucesso ou no fracasso de um futuro empreendimento.

Não podemos estar baseados em informações superficiais a respeito de produto e mercado. Devemos saber quem são os principais concorrentes, onde estão localizados, e quais as pretensões destes. Poderíamos nos perguntar qual o diferencial competitivo que fará com que o cliente escolha o nosso produto ao invés do produto da concorrência. Será que o produto continuará a ser fabricado? Durante quanto tempo mais? Qual a tecnologia que poderia vir a substituir a atual? Qual a tecnologia mais avançada de produção? São perguntas a serem respondidas por quem está bem informado. O fato é que para quem deseja entrar no mercado deve estar consciente que enfrentará uma dura disputa pelas vendas, muitas vezes com empresas que já estão no mercado há muito tempo, e que farão o possível para evitar a entrada de possíveis concorrentes.

Na localização da empresa vários fatores devem ser levados em consideração como proximidade com fornecedores e clientes finais, incentivos do governo em determinadas regiões, fonte de matéria prima natural, necessidades fundamentais como água e energia, proximidade com locais fornecedores de mão de obra, enfim, devemos atingir um equilíbrio, onde todos os fatores relevantes na instalação e operação da indústria sejam satisfeitos.

A situação mais complexa, é quando a empresa deseja entrar em um mercado onde os clientes e o produto são novidades para a companhia. Sendo os clientes, mercado e produto totalmente novos para a empresa, esta deverá ter o apoio de profissionais com experiência suficiente para auxiliar no novo negócio. Quando for um produto cujo cliente final seja o público em geral, como refrigerantes, biscoitos, produtos de limpeza em geral, água mineral, tintas, por exemplo, a empresa precisará apresentar um produto com algum diferencial competitivo, seja no preço, na qualidade ou fornecimento, para ter uma primeira penetração no mercado. No caso do cliente final ser uma empresa, no meio da cadeia produtiva, acredito que a situação seja mais complicada. Neste caso,

além de preço, qualidade, capacidade e condições de fornecimento, a empresa irá concorrer provavelmente com um fornecedor já estabelecido, conhecido pelos funcionários, e que domina a fabricação e desenvolvimento do produto. O novo fornecedor poderá sofrer grandes dificuldades para a realização de um simples teste, pois além do risco da ação do produto na linha de produção, os funcionários já estão acostumados com o antigo fornecedor, conhecem os detalhes do produto, como utilizá-lo, enfim, não querem perder tempo e pôr em risco o processo, apenas porque alguém necessita vender um produto. Este deverá ter um bom motivo para ser testado, redução nos custos de fabricação do cliente, melhoria da qualidade do produto final ou redução de transtornos operacionais.

O novo concorrente deve estar ciente que não poderá falhar na entrega do produto, pois poderá colocar em risco o funcionamento de uma indústria que é o seu cliente final, e que muitas vezes uma simples parada na produção pode comprometer o funcionamento de máquinas e equipamentos, além da própria produção que deixou de ser fabricada, envolvendo muitas vezes milhares de reais por hora parada.

## **2.2 O CONHECIMENTO DO PRODUTO**

Devemos estar cientes de que o conhecimento do produto envolve desde o fornecedor da matéria prima mais adequada para a fabricação, até o domínio de como o produto deve agir quando utilizado ou consumido pelo cliente final. Neste caso independe do cliente ser alguém que irá beber o produto, usá-lo na limpeza da casa, no carro, ou se o utilizará em alguma etapa do seu processo de fabricação.

Algumas questões como tempo e local de armazenamento, ação de agentes externos como luz, calor, água, proximidade e mistura com outros produtos, são apenas algumas questões que devemos conhecer. O problema é que muitos produtos químicos podem sofrer alterações que comprometem a sua ação, sendo bastantes sensíveis a variações nas condições de armazenamento, ou quando em contato com outros produtos que podem desestabilizá-lo, tornando-se um risco para o cliente final que poderá comprometer sua saúde ou o seu processo.

Para evitar este tipo de problema, devemos conhecer todas as situações de risco e condições de utilização do produto, que poderiam desestabilizá-lo durante o teste final no cliente. Acredito que para os produtos consumidos pessoalmente pelo cliente, as

indicações no rótulo devem conter todas as informações necessárias para o seu armazenamento, consumo e manuseio. O fabricante deve destacar claramente todas as informações que podem comprometer a saúde do consumidor. A maior preocupação está com a saúde dos consumidores e não com a ação do produto. Gostaria de descrever uma situação onde o cliente final é uma outra fábrica que consome o produto em sua linha de produção. Penso que esta situação é bastante complexa em termos de desenvolvimento de produto, pois estamos pondo em risco a fabricação do cliente, e dependendo do estrago causado ele não desejará mais testar qualquer produto que ofereçamos.

### **2.2.1 EXEMPLOS DE CASOS DE TESTE EM CLIENTE FINAL**

#### **EXEMPLO 1**

Conheci um engenheiro químico que trabalhou em uma indústria química, fornecedora de um impermeabilizante para madeira. O produto era utilizado no processo de fabricação do cliente, extremamente complexo, sendo adicionado juntamente com outros produtos químicos, cada qual com uma função definida. Caso as quantidades adicionadas de cada produto não estivessem corretamente ajustadas, a formação do produto final poderia ser prejudicada. A primeira preocupação com o produto era o fato de ser instável, isto é, o mesmo poderia vir a “separar” com o passar do tempo caso não fosse consumido em determinado período de tempo. Neste caso foram feitos vários testes de estabilização, que envolviam desde o tipo e quantidade de matéria-prima utilizada, até a própria fabricação do produto, para então se determinar qual o tempo máximo de estocagem. Outra preocupação era a forma de bombeamento do produto, o qual não poderia passar por determinado tipo de bomba, pois poderia “quebrar” esfarelando-se e entupindo as tubulações o que causaria um enorme transtorno operacional para o cliente. Este problema foi evitado com a substituição das antigas bombas dosadoras por outras que não danificavam o produto.

Ao final, tinha-se a preocupação com a dosagem do produto, a qual não poderia ser superior a do concorrente, pois aumentaria o custo, e também, a quantidade utilizada não poderia interferir na ação dos demais produtos químicos.

Neste caso foram feitos alguns testes de mistura que simulavam a fabricação no cliente, não sendo notado qualquer alteração. O próximo passo foi a realização dos testes em linha, pois já se tinha analisado, teoricamente, todos os possíveis problemas que poderiam vir a ocorrer no processo de fabricação do cliente.

Os testes foram realizados durante aproximadamente um mês, começando com pequenas quantidades até o fornecimento de uma carreta inteira. Ao final, felizmente foram positivos os resultados encontrados.

## **EXEMPLO 2**

Muitas vezes um produto químico pode ser comprometido por uma análise não feita, por achar que não comprometeria o produto. Em uma indústria química, durante o carregamento de um determinado produto para teste, não se analisou a água residual deixada pôr um outro produto químico no interior do caminhão. Acreditava-se que o veículo estivesse limpo o suficiente para receber o produto. Porém o resíduo deixado estava com pH diferente do produto a ser carregado, o que comprometeu a utilização de quinze toneladas prontas para o consumo, somente sendo notado após a chegada no cliente final. Pequenos erros podem comprometer a imagem de toda uma organização. Para tentar evitar isto, devemos conhecer o produto, sua formulação, forma de armazenamento, reação com outros produtos químicos, possíveis alterações com modificações de temperatura e pressão, o que fazer em caso de vazamentos, enfim, devemos conhecer o máximo possível às alterações causadas pelo ambiente e condições de utilização.

## **2.3 A ESTRATÉGIA DA LOCALIZAÇÃO**

A localização de uma indústria química deve ser o mais próximo possível dos clientes finais e dos principais fornecedores, em área destinada à instalação de outras fábricas com o mesmo perfil.

Vários fatores influem na localização, como facilidade de acesso por rodovias e ferrovias, a proximidade de portos, distância aos clientes, custo do aluguel, facilidades oferecidas pela prefeitura do local, características das empresas já estabelecidas na região, proximidade de recursos naturais como rios e lagos, possibilidade de obtenção

de energia, luz e água tratada. Devemos evitar estar próximos da comunidade, pois poderão surgir reclamações de mau cheiro, ar poluído, barulho, enfim, reclamações que poderão obrigar a empresa a mudar de local. A indústria química é considerada uma fonte de poluição, seja por resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou mesmo por gerar poluição sonora.

Acredito, quando estamos localizados próximos de algum cliente final, podemos criar uma parceria de tal maneira que sempre podemos estar desenvolvendo e testando novos produtos, em períodos relativamente curtos. Poderemos fazer visitas em um dia, e no outro enviar uma pequena quantidade de produto para teste, o que agiliza no desenvolvimento de novos produtos.

Por fim, devemos pensar no crescimento da empresa, e para isto deveremos ter área suficiente para poder instalar novas linhas de produção, locais de armazenamento de produtos, instalações para área administrativa e demais repartições. Será um grande transtorno no caso de não termos mais espaço para novas instalações, tendo que encavalar novos sistemas de produção, pois será muito complicado ter-se que simplesmente mudar de local. Para evitar isto é recomendável possuir área disponível para o crescimento da empresa.

## **2.4 CONHECIMENTO DO MERCADO ( REFERÊNCIA 1 ).**

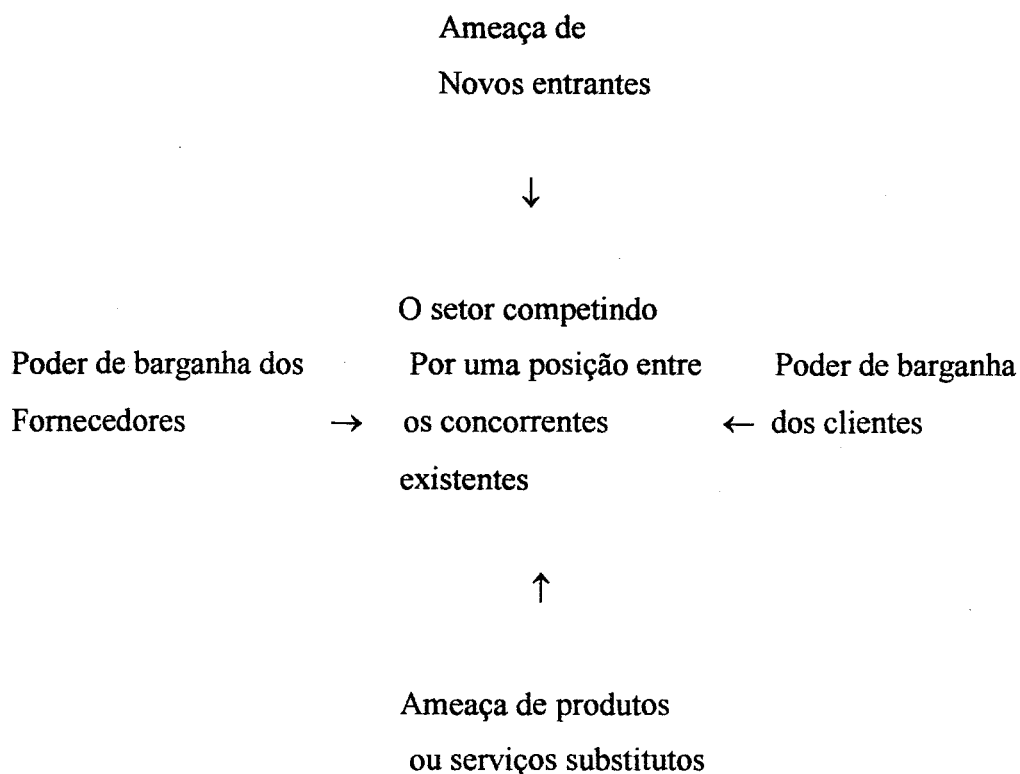
Para tentar evitar uma futura decepção com as vendas e conseqüentemente com o investimento realizado, devemos conhecer o mercado para saber quem são os concorrentes atuais e futuros, quanto tempo estão atuando na área, qual a tecnologia atual de fabricação, quais os possíveis produtos substitutos, quais as características técnicas do produto que o mercado exige, quais os principais fornecedores de matéria-prima, enfim, todas as informações técnicas capazes de mudar o rumo de uma estratégia.

Outro fator de grande importância é conhecermos os possíveis clientes, onde se localizam, qual a necessidade de consumo mensal, qual a expectativa futura em relação a possíveis modificações do produto oferecido como também do consumo do mesmo. Necessitamos ter algum tipo de contato de confiança com os clientes, de tal maneira que estes nos abram as portas para apresentarmos a empresa e o produto, podermos testá-lo

para então sugerir alguma melhoria na fabricação, caso venha a consumir o produto oferecido.

Devemos criar e desenvolver uma estratégia de produção, fornecimento, vendas e desenvolvimento de produto, com base nas informações coletadas a respeito do mercado, concorrentes e clientes. Acredito que esta estratégia deva ser devidamente esclarecida para todos os funcionários.

A missão da empresa deve ser clara para os trabalhadores e clientes. Abaixo encontra-se um pequeno esquema de como devemos olhar o mercado.



Várias podem ser as barreiras aos novos entrantes em determinados mercados. Por exemplo, a economia de escala na produção, na pesquisa, no marketing e nos serviços, são provavelmente, as barreiras-chave para se entrar no setor de cervejas e refrigerantes.

A identificação com a marca, força os novos entrantes a gastarem para vencer a lealdade dos clientes às marcas já existentes. É talvez a mais importante barreira para os novos na classe dos cosméticos. A necessidade de grande quantidade de capital limita o número de prováveis novos entrantes na área de extração de minerais.

As empresas que estão no mercado há mais tempo podem muitas vezes ter vantagens de custos não acessíveis aos novos entrantes. Estas vantagens podem ser

devido à tecnologia proprietária, de acesso às melhores fontes de matéria-prima ou de subsídios concedidos pelo governo. Devemos estar bem informados sobre as possíveis barreiras impostas pelo governo aos novos entrantes em relação às regulamentações de segurança, como também aos padrões ambientais ( níveis de poluição do ar e da água ), padrões muitas vezes exigidos pelos órgãos ambientais para estabelecimento em determinadas áreas.

Devemos pensar duas vezes se pressões externas já tenham, antes, assediado fortemente outros novos entrantes, ou se as empresas dominantes possuem recursos substanciais para enfrentar uma disputa, incluindo excesso de caixa ou poder de recursos de empréstimos não utilizados, capacidade produtiva ou acordos estabelecidos com canais de distribuição e com clientes. As dominantes tentarem baixar preços por força de sua vontade em manter suas participações de mercado ou por causa da capacidade já excessiva de todo o setor.

Em relação ao grupo fornecedor de matéria-prima ou serviços, devemos ter conhecimento se for dominado por poucas empresas e mais concentrado do que o setor para o qual fornece; se o produto for peculiar, ou pelo menos diferenciado; não for obrigado a concorrer com outros produtos para venda no setor; o setor não representar uma clientela importante para o grupo fornecedor.

Um grupo comprador será poderoso se fizer compras em grandes volumes; os produtos que compra forem padronizados ou não diferenciados; ele obtiver lucros baixos, que criam um grande incentivo para reduzir os custos de compra; o produto comprado tem pouca importância para a qualidade dos produtos do comprador; o produto do setor não proporcionar economias para o comprador; os compradores apresentarem uma ameaça plausível de se integrarem para fazerem eles mesmos o produto do setor. Na ação estratégica da empresa deve ser levado em consideração o estudo dos possíveis compradores e fornecedores.

A empresa deve primeiramente escolher aqueles que não possuem poder de influenciar adversamente na estratégia determinada.

Em relação à concorrência, a rivalidade dependerá de inúmeros fatores, e muitas vezes serão usadas táticas como redução de preços, lançamento de novos produtos, golpes de publicidade acordos com compradores e fornecedores. A rivalidade intensa é relacionada com a presença de uma variedade de fatores:

- Os concorrentes são numerosos ou aproximadamente iguais em porte e poder;

- O produto ou serviço não tem diferenciação ou custos repassáveis;
- Os custos fixos são altos ou o produto é perecível, criando uma forte tentação para reduzir preços;
- A capacidade é normalmente aumentada por grandes investimentos;
- Os rivais são diferentes quanto à estratégia, origens e personalidades. Eles possuem diferentes idéias acerca de como competir e continuamente se chocam com os demais no processo.

Acredito que a principal finalidade do estudo vigoroso e aprofundado dos dados do mercado em estudo, será na determinação do posicionamento futuro da empresa, entendendo quais serão as principais fraquezas que deverão ser revigoradas, e qual realmente será o diferencial competitivo para enfrentar a concorrência. O conhecimento das competências da empresa e das causas das forças competitivas acentuará as áreas onde a empresa deve confrontar a competição e onde deve evitá-la. O estudo profundo do mercado deve possuir também o objetivo de prever a lucratividade do setor. No planejamento a longo prazo a tarefa é a de examinar cada força competitiva, prever a ordem de grandeza de cada causa subjacente e então construir uma composta do provável lucro potencial do setor. O quadro para análise da competição no setor proporciona benefícios diretos no estabelecimento de uma estratégia de diversificação. Ele provê um roteiro para responder à pergunta extremamente difícil inerente às decisões de diversificação: “Qual é o potencial deste negócio?” A empresa deve ser capaz de identificar um setor com um bom futuro antes que esse bom futuro seja refletido nos preços de candidatos à aquisição. Devemos olhar para o futuro, além do produto; para a função, na definição do negócio; para além das fronteiras nacionais e para a competição internacional em potencial; para além das fileiras de competidores que hoje se apresentam e para o que poderá vir a ser a competição amanhã.

### **3. PROJETO, MONTAGEM E “START UP” DAS UNIDADES DE PROCESSO**

Considero a fase do projeto da fábrica a etapa mais importante de um novo empreendimento. Nesta parte inicial devemos nos concentrar em todos os processos e operações que irão compor a fabricação, como processos de separação (filtração, secagem, evaporação, destilação, outros ), reatores químicos, trocadores de calor, fluxos de materiais ( sólidos, líquidos ou gasosos ), características e posicionamento de equipamentos, tipo dos materiais de construção ( aço inox, aço carbono, PVC, etc. ), pontos de controle e retirada de amostra, tipo e quantidade dos resíduos gerados, localização de almoxarifados, laboratório de controle de qualidade, banheiros, sala de reuniões, sala de operação, cozinha, enfim todos os pontos que farão parte da produção sendo utilizados ou controlados pelo pessoal de fábrica para manter o processo em boas condições de funcionamento.

Para o projeto é muito importante formar uma equipe composta por membros que entendam em detalhes o processo de fabricação, suas necessidades, pontos críticos, detalhes que se não forem levados em consideração podem comprometer a confiabilidade do processo e a qualidade do produto final. Devemos pensar em construir um processo confiável, isto é, que ofereça segurança para os trabalhadores, para a sociedade e que garanta a fabricação de um produto dentro das especificações do sistema de controle de qualidade.

Todo o projeto é feito em função das quantidades e tipos de produtos a serem fabricados. Para podermos dimensionar os equipamentos, bombas e tubulações de processo, distanciamento entre máquinas, espaço reservado para futuras instalações, devemos saber quanto produzir. Para isto devemos estar muito bem informados sobre o mercado consumidor atual e futuro. Caso a fábrica seja dimensionada para fabricar uma quantidade muito acima do que o mercado venha a consumir, poderemos ter no futuro máquinas paradas ou produção inferior a capacidade do equipamento.

No caso da produção ser inferior a demanda, estaremos sempre correndo atrás do cliente, com a produção a todo vapor, fazendo três turnos de produção, e muitas vezes não sendo suficiente.

Acredito que devemos buscar o ideal de um processo de fabricação, ou seja, evitar altos estoques tanto de matéria-prima como de produto acabado, evitar as famosas

perdas que não agregam valor ao produto e geram custos, como longos trechos de bombeamento de produto, elevados tempos de paradas ou preparações, perdas de energia térmica ou de produto devido a falhas no dimensionamento de equipamentos. O processo deve ter capacidade de produzir a quantidade suficiente no menor tempo possível, com qualidade e segurança tanto para o pessoal de chão de fábrica, como para os clientes e sociedade.

### **3.1 PROJETO DA FÁBRICA**

Para iniciarmos o projeto da fábrica, devemos coletar todas as informações técnicas sobre os produtos que farão parte do processo de fabricação. É importante salientar que deve ser feito um estudo de viabilidade técnica, econômica, social e ambiental antes de decidirmos o tipo de processo a adotar. Este assunto será melhor comentado no capítulo 6.

Gostaria de citar algumas das informações técnicas dos produtos químicos que são importantes no projeto final. Características como viscosidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, pH, ponto de fluidez, ponto de fulgor, possíveis reações com outros produtos químicos ou com variações de temperatura e pressão, grau de inflamabilidade e toxicidade, são apenas alguns exemplos de dados que podem influir no dimensionamento de todo o processo de fabricação e layout da fábrica.

Muitas vezes é necessário termos uma unidade piloto onde poderemos simular todas as possíveis situações de produção em larga escala. Com a fabricação de pequenas quantidades, podem ser tiradas várias dúvidas em relação ao processo final, e também aos equipamentos e tipos de materiais a serem empregados nas instalações. Para auxiliar na instalação final, devemos fazer a descrição do processo de fabricação em detalhes, relacionando todas as etapas, condições de operação e controle.

Após um estudo em laboratório ou planta piloto, são definidas quais operações e condições de processo são necessárias para a obtenção do produto final, dentro das especificações de qualidade exigidas pelo mercado consumidor. Devem ser determinadas todas as condições de produção das etapas do processo, operações necessárias (filtração, evaporação, mistura, reações químicas, etc.), pressões, temperaturas e os produtos que participam do processo. Com o processo definido em pequena escala, poderemos elaborar a descrição do processo de fabricação. Neste ponto

não estaremos preocupados com a quantidade a ser fabricada, mas sim nas condições e operações de produção.

Com a descrição detalhada do processo de fabricação, devemos estabelecer a quantidade a ser fabricada, a qual será determinada pelo mercado. Neste ponto devemos imaginar um processo que produza um pouco acima do necessário estabelecido pelo mercado em todas as épocas do ano, considerando-se possíveis falta de matéria-prima, clima, distância aos clientes e fornecedores, enfim, todas as condições que podem influir no fornecimento. O bom senso deve prevalecer para que não tenhamos perdas pôr excesso de estoque de matéria-prima ou produto acabado. Com as informações de capacidade de produção e condições de fabricação em mãos, poderemos dar início ao dimensionamento e escolha dos equipamentos e suas interligações. É fundamental que seja feito um balanço material e energético de todas as operações do processo, para podermos realizar os dimensionamentos.

Em conjunto com os dimensionamentos necessários, devemos preparar os fluxogramas de processo e de engenharia. Estes dois documentos irão auxiliar enormemente no entendimento do processo de fabricação, seus pontos críticos e de controle, condições de fluxo, tipo de materiais a serem usados na construção. Dúvidas com relação à montagem poderão ser evitadas tendo-se em mãos o projeto das instalações.

O fluxograma de processo mostra todo o processo de fabricação, desde a chegada da matéria-prima até o carregamento do produto acabado. Não é necessário a utilização de escalas de desenho, apenas a indicação dos fluxos de produção as quais serão representadas pôr retas cada qual com uma numeração.

Cada linha representará uma operação de transporte de produto, podendo ocorrer em tubulação, esteiras transportadoras, carrinhos manuais, etc. O importante é que seja especificado, para cada linha de fluxo, as condições necessárias de transporte. Por exemplo, poderíamos estabelecer que, para uma determinada linha de fluxo, é necessário manter a temperatura de 100°C, pois estaria passando um determinado produto com pH alcalino a uma vazão de 100 litros/hora.

Com estas informações poderemos entender que será necessário a utilização de isolamento térmico, que o material da tubulação deverá ser de aço carbono com diâmetro interno, requerido pela vazão de 100 litros/hora, em torno de três polegadas.

Em função do fluxograma de processo, faremos o fluxograma de engenharia. Neste documento todos os elementos que compõem o processo serão identificados com símbolos que caracterizam a sua utilização ( Ex: TQ-01 / Tanque 01 ). Devem estar especificadas dados como tipo de material de tubulações ( aço carbono, aço inox, PVC, cobre, outros ), diâmetro de tubulações, isolamento térmico, tipo de válvulas ( válvula gaveta, esfera, retenção, outras ), equipamentos de processo, tipo de interligações, bombas de processo ( centrífuga, engrenagem, outras ). Também deve ser fornecido toda a seqüência dos fluxos, com a indicação, por símbolos, da saída e destino de cada linha de fluxo. Abaixo do desenho principal devemos especificar em detalhes o serviço de cada equipamento do processo, capacidade, temperatura e pressão de operação, produto de passagem, e demais informações relevantes para a montagem.

Com o fluxograma de processo e engenharia em mãos, poderemos elaborar o layout da fábrica. Este documento nos indicará o posicionamento dos equipamentos no chão da fábrica, as dimensões dos mesmos, entradas e saídas, distâncias reais entre máquinas e equipamentos, paredes, divisões, etc. Teremos uma vista superior do chão da fábrica, especificando-se a escala do desenho. Toda e qualquer dúvida com relação ao processo deve ser eliminada durante a fase de projeto, para que na montagem não perca tempo e dinheiro por termos esquecido de algo importante.

Outros documentos serão necessários para a montagem final como fluxograma de instrumentação e controle, parte elétrica e hidráulica, tubulação, mapa de risco, entre outros que poderão ser necessários, dependendo do tamanho da obra. Devemos buscar o equilíbrio entre as necessidades do processo, segurança, capacidade de produção, para que tenhamos um processo com capacidade suficiente de fabricação em função da demanda, para que não ocorram muitas perdas devidos a estoques elevados, longas distâncias de bombeamento, capacidade ociosa, elevado tempo de parada e manutenção, entre outras. Estas perdas não agregam valor algum ao produto final e geram custos.

### **3.2 INSTALAÇÃO E MONTAGEM DAS UNIDADES DE PROCESSO**

Antes de começarmos a construção da nova planta, deveremos ter alguns documentos em mãos como contratos, propostas, cronogramas, documentos técnicos como fluxograma de processo, fluxograma de engenharia, arranjo físico e layout, desenhos de fabricantes, memoriais descritivos de fabricação, especificações de

materiais, listagem de materiais, equipamentos, tubulações e acessórios, manual de montagem, operação e manutenção. Todos os documentos serão necessários durante a montagem da fábrica para que não se perca tempo na finalização da obra.

É quase impossível que o término da obra ocorra conforme o cronograma estabelecido, mesmo considerando-se um certo tempo de atraso. Várias podem ser as causas como atraso na entrega de equipamentos, problemas de transporte, mau tempo, erro no projeto, falta de pagamento aos fornecedores, enfim, muitos são os fatores que contribuem para que a finalização e entrega da obra, com todos os equipamentos operando, seja atrasada. Dependendo da complexidade da instalação, muitos serão os profissionais trabalhando na área. Pessoal responsável pela instalação de tubulações, instalação da parte elétrica, parte civil da obra, pessoal responsável pelo contato com fornecedores para entrega de equipamentos, entre outros que podem participar com pequenas obras, porém de grande importância. Como podemos notar, para que cada etapa seja executada a tempo, é necessário uma excelente organização e sincronia entre os fornecedores, empreiteiros e pessoal da fábrica. Para tentar evitar ao máximo os atrasos, devemos ter um cronograma da obra em mãos, contato com fornecedores, nome dos responsáveis pelas equipes de empreiteiros, etc. Devem ser feitas reuniões periódicas para avaliarmos o andamento da obra e tentarmos prever possíveis problemas na execução.

É importante, que no cronograma da obra, esteja especificado as datas de entrega e instalação dos equipamentos, como também, a empresa que fará a instalação final com o nome do responsável. A montagem deve ser encarada como a de um grande quebra cabeça, onde cada peça deve ser fornecida por alguém que possui prazo de entrega. Caso a peça possua problemas, a mesma poderá retornar para o fabricante, contribuindo para o atraso geral da obra.

A empresa cliente deve ter um responsável próprio pelo controle e andamento da obra, o qual permanentemente deverá dar informações aos seus superiores. É muito importante que o responsável pelo acompanhamento da instalação tenha um bom conhecimento do processo, para que possa auxiliar a equipe de montagem, evitando-se que se cometam erros de posicionamento, e que todas as dúvidas em relação à montagem possam ser sanadas. Com o término das obras, dá-se início aos testes de linha que mostrarão se houve alguma falha durante a montagem. Este período deve ser

acompanhado pelos empreiteiros da obra, para que erros ou problemas possam ser imediatamente sanados, não comprometendo o início de operação da nova instalação.

### **3.3 DANDO PARTIDA À PRODUÇÃO**

Durante a entrada em operação das fábricas por onde tive a oportunidade de trabalhar, muitos dos problemas encontrados no start-up foram semelhantes. Falhas na parte elétrica, vazamentos em tubulações, entupimentos, falta de matéria-prima e mão de obra, foram apenas algumas das dificuldades encontradas. A causa normalmente foi a falta de experiência com o processo, estimativas de produção sub-dimensionadas, muita pressa nas etapas anteriores ao início de produção, favorecendo erros nos detalhes finais da montagem de equipamentos, tubulações e parte elétrica.

A medida que as primeiras produções foram realizadas, os problemas operacionais foram sendo solucionados. Em todos os casos, os responsáveis pela entrega dos serviços da parte elétrica e pelo funcionamento dos equipamentos principais permaneceram na fábrica, até que todas as dificuldades relacionadas com estes fornecedores fossem sanadas.

Devido a todos os problemas que podem aparecer no start-up de uma fábrica, é muito importante o acompanhamento por profissionais que conheçam o processo, seus pontos críticos, pontos de controle, principais variáveis a serem controladas, funcionamento dos principais equipamentos, como também, solucionar os problemas relacionados ao processo, até que o mesmo entre em ritmo de produção.

Caso contrário, o tempo necessário para entender e resolver os possíveis problemas operacionais, poderão comprometer as vendas a curto prazo.

#### **3.3.1 RECOMENDAÇÕES PARA O START-UP DA UNIDADE**

Antes de ligarmos as máquinas, é necessário conhecer o princípio de funcionamento dos equipamentos, pontos de controle do processo, procedimentos de manutenção e segurança. É importante termos operadores bem treinados, e que entendam o processo global, seus pontos de controle, detalhes que poderão fazer a diferença na entrada em operação.

Para todos os equipamentos e tubulações é muito importante fazermos um teste hidrostático para simularmos a produção normal. O produto poderá ser água. Neste teste, podemos identificar falhas e vazamentos. Os gerentes possuem a responsabilidade de realizar uma produção segura, com o mínimo de risco para os funcionários, meio ambiente e sociedade. Os operadores devem receber treinamento em outras fábricas se possível. Os mesmos farão o controle do processo. Para isso necessitam de várias horas de treinamento, em todas as unidades de produção, para que entendam como resolver os problemas até que o processo se estabilize.

As áreas de produção e controle de qualidade devem trabalhar juntamente para acertar o processo. O pessoal de controle deve permanentemente informar ao pessoal de produção, quais variáveis estão de acordo ou não com as especificações. Desta maneira, após algumas produções, teremos a garantia de que o produto final encontrar-se-á dentro das especificações do controle de qualidade, e que o mesmo poderá ser vendido com segurança. Em nenhum momento poderemos colocar em risco a imagem da empresa, devido algum fornecimento de produto fora das especificações. É melhor que se percam algumas toneladas do que o cliente final.

É normal que as primeiras produções sejam descartadas, até que a produção entre em ritmo constante e tenhamos o controle sobre todas as variáveis da fabricação. É importante lembrar que o conhecimento do processo envolve a parte ambiental.

Devemos saber, antecipadamente, para onde será enviado toda a produção que estiver fora das especificações do controle de qualidade, ou que seja considerado, por qualquer motivo, produto de descarte sem possibilidade de recuperação. A estação de tratamento de efluentes deve ser construída em conjunto com a área de processo. Deve estar definido os operadores da estação de tratamento, assim como os métodos de tratamento, reaproveitamento e destinação segura dos resíduos gerados, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos.

#### 4. CONTROLE DE QUALIDADE

O sistema de controle de qualidade é o único departamento da empresa que pode garantir que tanto o produto final, matéria-prima, produtos em produção e de manutenção, esteja de acordo com as especificações adotadas pela empresa.

Os responsáveis técnicos pelo controle de qualidade devem identificar quais são as variáveis que devem ser permanentemente analisadas pelo laboratório. Algumas análises são comuns na maioria das indústrias de processos químicos como análise de viscosidade, pH, concentração, ponto de fusão e ebulição. Cabe aos técnicos identificar a necessidade de se realizar determinada análise sempre visando à qualidade do produto final, do processo e a segurança dos funcionários.

É importante que o analista compreenda as possíveis variações que podem ocorrer na produção e no produto final, em função dos resultados encontrados pelo laboratório. Devemos saber quais efeitos no processo poderão ser notados, caso determinada matéria-prima entre na produção fora das especificações. Tanto o analista como o supervisor de processo devem estar atentos, conhecer e dominar o processo para, em equipe, solucionar possíveis problemas na fábrica tomando a decisão mais acertada.

As análises devem ser de preferência rápidas e sempre feitas conforme uma escala de prioridade. Isto é, devem ser feitas primeiramente as análises que comprometam diretamente o processo e o produto em produção. Análises demoradas devem ser rapidamente iniciadas assim que se tenha a amostra em mãos. Em paralelo devem ser feitas as demais análises enquanto aguardamos outros resultados. É importante mantermos os equipamentos de laboratório em perfeito estado de uso, para que tenhamos confiança nos resultados encontrados. Assim como equipamentos de controle de qualidade, a empresa deve ter pessoal capacitado para atuar em laboratório, com registro em órgão de classe. Aparência e limpeza contribuem para transmitir aos clientes internos e externos de que o laboratório é o local onde a qualidade dos produtos da empresa é analisada, conquistada e mantida.

A companhia deve documentar sua política da qualidade, seu sistema de qualidade e exigências do planejamento da qualidade em um manual ou em uma série de manuais. O laboratório de controle de qualidade deve, em função da política da qualidade, manter e desenvolver o sistema de controle dos produtos e processos, sempre visando a garantia da ação do produto final nos clientes, e desta forma, a satisfação dos mesmos. A

implantação de sistemas de qualidade, como as normas ISO 9000, devem servir de apoio para o laboratório em sua organização de documentos e na manutenção dos padrões de qualidade.

#### **4.1 A GARANTIA DA QUALIDADE DE PRODUTOS E PROCESSOS**

Várias são as responsabilidades do laboratório de controle de qualidade. Determinar quais produtos devem ser analisados, em quais etapas do processo deverão ser retiradas amostras, estabelecer as especificações e metodologias para todas as análises e produtos a serem analisados. É de responsabilidade direta dos responsáveis pelo controle de qualidade, a compra e manutenção periódica e preventiva dos equipamentos de laboratório, os quais muitas vezes são importados e de elevado valor. É de fundamental importância que não tenhamos dúvidas nos resultados das análises, pois, muitas vezes, servirão como orientação para o supervisor do processo tomar certas decisões em uma determinada produção.

As especificações adotadas para o produto final deverão ser em função das exigências determinadas pelo cliente final. A qualidade final do produto deve, de preferência, estar acima das necessidades do cliente. Muitas vezes a faixa de controle para uma determinada análise será criada em função de testes práticos, para verificar até que ponto é seguro comprar e vender determinado produto. É importante termos produtos como referência, aquele que dificilmente apresenta problemas ou variações bruscas. No caso de se estudar a compra de um segundo fornecedor, devemos ter como referência o fornecedor já previamente conhecido.

##### **4.1.1 BASE PARA ESPECIFICAÇÕES ( REFERÊNCIA 2 )**

Especificações são os requisitos documentados e acordados entre clientes e fornecedores. Devem incluir métodos de amostragem e testes, limites, objetivos e relatórios. As especificações devem incluir todas as análises e condições necessárias para a compra e venda de produtos. As especificações de compra e venda devem conter os valores limites almejados para todas as propriedades que definem a qualidade requerida do produto. Também são importantes as condições de embalagem e

embarque, segurança, saúde, exigências ambientais, regulamentos federais e estaduais aplicáveis e os termos de rejeição do material. As especificações de venda devem conter toda a informação necessária requerida pelo cliente, assim como as demais informações relacionadas e o laudo de análise do produto.

Em todo o processo deve existir a informação sobre o lote de produção. Para processos contínuos, o número de lote pode ser dado em intervalos de tempo de processamento. Para processos em batelada, cada nova mistura ou, uma soma de várias batidas, poderá ser considerado um lote. O laudo de análise que é fornecido ao cliente, juntamente com a nota fiscal, deve conter uma média de todos os resultados das análises de um determinado lote. Além dos resultados encontrados, também é importante citar o número do lote, data de fabricação, número da nota fiscal, informações resumidas sobre o produto, assinatura do responsável técnico e o nome do cliente.

É importante salientar que o laboratório de controle de qualidade deve manter armazenado e arquivado uma cópia do laudo de análise, assim como uma amostra do produto vendido.

Qualquer possível alteração ou reclamação feita pelo cliente, poderá ser comprovada ou não, tendo-se uma pequena amostra no laboratório. A amostra deverá permanecer em laboratório até a data de validade do produto ou tempo médio de consumo no cliente final. Todo o tipo de análise feita pelo laboratório deverá estar registrado em um manual do controle de qualidade. Deverá constar o método de análise, a referência utilizada e a última alteração feita. Este documento é importante para que qualquer profissional capacitado tenha condições de entender e realizar as análises dos produtos.

Muitas vezes o laboratório de controle de qualidade encontra a necessidade de se realizar uma determinada análise, a qual nunca foi feita pela empresa, não se encontrou referência para a análise, ou caso se encontre, verifica-se ser extremamente complicada e demorada. Neste caso o laboratório poderá criar seu próprio método a partir de outras análises semelhantes fazendo algumas alterações e adaptações para a necessidade da empresa, respeitando-se o princípio básico do método. Para termos confiança no novo método de análise, é preciso acompanhar os resultados encontrados com a utilização do produto em produção ou no cliente final. Com o acompanhamento do uso do produto no cliente ou no próprio processo de produção da empresa, será possível aprovar ou não a nova metodologia de análise.

#### **4.1.2 CONTROLE DO PROCESSO**

O controle do processo deve ser feito primeiramente pelos operadores e supervisores de fábrica. O laboratório de controle de qualidade é o departamento de suporte, que auxilia o controle da produção fornecendo informações sobre o lote produzido ou em processamento. Com estas informações, o pessoal de fábrica terá condições de atuar na fabricação, mantendo as condições atuais ou modificando-as.

O laboratório também poderá auxiliar no controle e forma de utilização dos equipamentos. Em toda a parada para manutenção, pode ser necessário a análise de produtos como óleo lubrificante, óleo combustível, produtos de limpeza, produtos inibidores de corrosão e incrustação. Também pode manter arquivado os documentos que relacionam as datas das manutenções preventivas de todos os equipamentos da fábrica, assim como, fornecer e acompanhar os procedimentos para manutenção. Este tipo de atividade não é uma função básica do laboratório de controle de qualidade, porém em indústrias de pequeno e médio porte, pode ser aceito, pois nem sempre existem departamentos específicos para todas as atividades.

Em todo processo químico é comum ocorrerem mudanças tecnológicas, alterações de processo, nas formulações e especificações. Cabe ao pessoal de laboratório a aprovação e o acompanhamento de todas as alterações feitas pelo pessoal de fábrica, dando-lhes o devido retorno sobre a qualidade do produto final. Cria-se assim uma parceria, cujo objetivo final é o acerto do processo evitando-se a produção de refugo.

#### **4.1.3 ISO 9000 IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO ( UM CASO PRÁTICO)**

Trabalhando como responsável técnico em uma indústria química, tive a oportunidade de participar de implantação e certificação do sistema de normas ISO 9002. Sob minha responsabilidade estava a certificação da área de fabricação e laboratório. Fez parte deste trabalho, a criação de todos os procedimentos, formulários e instruções de trabalho de todas as atividades relacionadas à fábrica e laboratório.

Ficou estabelecido, após várias reuniões entre todos os departamentos, quais documentos seriam mantidos, reformulados ou descartados. O trabalho todo durou aproximadamente um ano, desde as primeiras reuniões de qualidade até a certificação final. Foram necessárias duas auditorias simuladas para encontrar todas as não

conformidades ainda presentes. Ao final a empresa foi certificada com apenas uma auditoria, não sendo encontrado nenhuma não conformidade.

Na minha opinião, a certificação das normas ISO 9002 foi importante para o entendimento dos processos internos da empresa, organização do trabalho e respeito às normas de serviço. A ISO 9002 obriga o uso dos formulários, evitando-se que apareçam diferentes documentos relacionados ao mesmo assunto. Desta forma, tudo que se faz deve seguir um procedimento de trabalho, uma instrução de trabalho que relaciona os passos de uma determinada atividade.

Por outro lado, após o primeiro ano de certificação, notamos que o sistema implantado não ajudou no aumento das vendas, além de engessar a rotina de trabalho. É desmotivante saber que para qualquer nova atividade, ter-se-á que alterar toda a documentação, conversar com os supervisores e auditores. Às vezes é melhor manter como está, do que se incomodar com papeis. Hoje não recomendaria a uma nova empresa a certificação imediata do sistema, sem antes a empresa se estabelecer no mercado, determinando após um período de experiência, quais documentos e procedimentos são importantes. A empresa deve sentir a necessidade da certificação visando a organização dos trabalhos e atividades internas, este é o maior retorno encontrado após a implantação das normas ISO 9002.

## 5. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Qualquer empresa que deseja manter ou melhorar a sua posição no mercado, aumentando as vendas e conquistando novos clientes, precisa manter um desenvolvimento constante de novos produtos.

Mesmo que o nível de vendas esteja bom, a empresa deve pensar na constante melhoria dos seus produtos e processos por um motivo simples, de que a sobrevivência da organização depende das vendas dos seus produtos e serviços e da manutenção dos seus clientes. Devemos estar atentos sobre a concorrência, os novos entrantes no mercado e os possíveis produtos substitutos.

Em minha opinião o setor de desenvolvimento de novos produtos deve sempre estar motivado e ser desafiado a melhorar o que já existe, ou criar algo novo. Muitos podem ser as descobertas intermediárias quando buscamos um produto ou processo novo. Temos que ter em mente que se nós não fizermos, a concorrência fará. No caso de sermos pegos de surpresa pela concorrência, podemos perder clientes ou novos mercados. Esta é uma situação extremamente complicada, pois estaremos correndo atrás dos líderes, as vezes tentando copiar um produto que deu certo.

Como não foi investido o tempo necessário no desenvolvimento do novo produto ou processo, agora será hora de tentarmos de todas as formas evitar a perda de mercado. O resultado pode ser desastroso e demorado, pois muitas vezes necessitamos de tempo para comprovar a eficiência dos novos produtos, fazer estudos de viabilidade econômica, instalarmos equipamentos, treinar operadores, colocarmos a produção em ritmo normal de fabricação. Enfim, devemos ter a consciência de que o desenvolvimento é um trabalho constante, cujo resultado é normalmente de longo prazo.

Pesquisa e desenvolvimento requerem além de pessoal capacitado, investimento em máquinas, produtos para testes, instalações novas, testes em clientes, pesquisa bibliográfica, além de muita criatividade. É complicado estimar o tempo que será gasto na busca por uma nova formulação, um novo produto ou um método diferente de produção. Muitas vezes o pesquisador acredita e aprofunda-se em um caminho que está dando certo, porém depois de muito tempo de estudo descobre que estava errado. Este é um dos motivos que torna interessante o trabalho em equipe. Quando se trabalha sozinho nesta área, a possibilidade de não chegar a lugar nenhum é maior do que em equipe, pois não existindo contra argumentações fica difícil acertar tudo sozinho.

O pesquisador deve ter algumas características indispensáveis como conhecimento do produto e processo, criatividade, persistência, coragem e curiosidade. A emoção do trabalho está nas descobertas do novo. Dominar uma tecnologia é algo para poucos. Cabe a empresa incentivar os profissionais empreendedores, dando-lhes oportunidade para por em prática o conhecimento e experiência adquirida com o tempo, afinal, será da venda de novos produtos que a empresa se manter-se-á no mercado. Caso o profissional não seja reconhecido e valorizado, este provavelmente irá procurar uma empresa que o respeite e que forneça novas oportunidades.

## **5.1 ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO OU PROCESSO**

Antes de realizarmos os primeiros testes em laboratório, devemos fazer uma pesquisa teórica em bibliotecas, internet, laboratórios de fornecedores, universidades, centros de pesquisa, etc. O objetivo principal é a coleta de informações que poderão auxiliar no entendimento do novo empreendimento tecnológico. Informações sobre matéria-prima, equipamentos, custos, novos processos, serão fundamentais ao bom andamento das pesquisas.

Com o estudo prévio teórico, podemos chegar a conclusão de que tal produto ou processo é inviável a nível tecnológico ou econômico. A gerência deve entender que o desenvolvimento é um trabalho que pode durar dias, meses ou anos. Sabemos onde queremos chegar, porém não temos certeza dos caminhos a seguir. Por este motivo é que a organização deve pensar em desenvolvimento constante e no retorno a longo prazo. É muito importante para qualquer pesquisa determinar os requisitos obrigatórios ou desejáveis para o produto. Ao final do trabalho poderemos chegar a vários produtos que satisfariam o cliente. Devemos conhecer os critérios que determinam qual é a melhor opção, como eficiência final do produto no cliente, custo de fabricação, facilidades operacionais e de produção.

Com a etapa de coleta de informações concluída, devemos dar início aos primeiros ensaios em laboratório. É na bancada do laboratório onde faremos os primeiros testes práticos, na tentativa de desenvolvermos um novo produto. No laboratório teremos o controle sobre possíveis reações violentas ou explosivas, assim como a quantidade de

resíduo formada será pequena, e o número de ensaios será grande quando comparado a uma unidade piloto. Neste estágio do desenvolvimento estaremos estudando, modificando e confirmando as informações teóricas coletadas. Vários fatores devem ser estudados como matéria-prima apropriada, formas de adição dos produtos, temperatura e pressão de processo, grau de agitação, entre outras variáveis. Todo teste realizado deve ser anotado, discutido, chegando-se a uma conclusão final ou parcial sobre o ensaio. As anotações devem ser feitas em documentação apropriada, para que se crie um histórico de desenvolvimento.

Após identificarmos em laboratório as melhores condições de produção, o ideal seria fabricar um pequeno lote em escala piloto, confirmando as informações e condições do laboratório. A medida que aumentamos a produção, devemos sempre fazer adaptações de processo, para tentarmos repetir o resultado atingido em menor escala. É de fundamental importância para o desenvolvimento de produtos e processo, que a empresa invista em uma unidade piloto de testes. Nesta pequena unidade de produção, poderão ser descobertas, previamente, problemas de produção, os quais serão eliminados antecipadamente. Em pequena escala adquirimos maior confiança com o processo de produção, o tempo no desenvolvimento é reduzido, como também o prejuízo gerado com produtos fora das especificações é pequeno.

Em todas as etapas do desenvolvimento é importante a participação de profissionais de diversas áreas como produção, segurança e vendas. Todas as informações serão importantes, pois o produto final deverá ser comercializado de forma segura e econômica, satisfazendo as necessidades do cliente final.

Após termos feito os testes necessários em escala piloto e laboratório, e estarmos suficientemente seguros com a qualidade final do produto, poderemos realizar uma primeira produção com os equipamentos de fábrica. Neste ponto já estaremos visando a produção final dependendo apenas dos ajustes de fabricação. Toda a equipe deve acompanhar a produção teste, pessoal de desenvolvimento, supervisores de processo, operadores e pessoal de segurança.

É possível que o novo produto já entre em ritmo de fabricação a partir do primeiro teste da fábrica. Isto dependerá da necessidade de se ter o produto em mãos para venda. Caso isto se comprove, todos os envolvidos com a produção deverão conhecer o método de fabricação do novo produto, detalhes de manuseio de matéria-prima e do produto

acabado, formas de controle, possíveis variações na produção em relação a outros produtos.

É interessante se possível, realizar um teste com pequena quantidade do novo produto, no cliente final, verificando sua atuação no processo de fabricação. Para tanto, devemos eliminar qualquer dúvida em relação a possíveis problemas que poderiam comprometer a produção e a segurança do processo do cliente. Todas as etapas de desenvolvimento poderão continuar sendo feitas em conjunto aos testes finais. O objetivo é a melhoria contínua do produto e processo de fabricação, eliminando perdas, problemas de produção, gargalos de processo e riscos operacionais. Com produtos destinados aos consumidores em geral, como produtos alimentícios, o ideal é que o produto desenvolvido seja testado por um grande número de pessoas antes de ir para o supermercado. Os resultados e opiniões dos testes feitos, devem ser analisados para podermos modificar alguma variável do produto. Vários fatores são importantes para que tenhamos uma boa aceitação dos produtos a serem vendidos para o público em geral. Preço, embalagem, informações do rótulo, marca, prazo de validade, entre outras.

Com o tempo teremos experiência suficiente para atuarmos em todas as etapas do desenvolvimento e rapidamente termos noção do resultado final. Desta forma poderemos fazer alterações em laboratório e partir diretamente para a produção final. A opinião e necessidade do cliente final e consumidores em geral será a melhor fonte de informação para podermos atuar e modificar o produto.

## **5.2 CRIAR: O TALENTO QUE FAZ A DIFERENÇA ( REFERÊNCIA 3)**

No mundo de hoje, quando a mudança é uma constante, a concorrência cada vez mais acirrada, o profissional que atua na área de desenvolvimento deve ter algo a mais que talento e competência. Acredito que a garra e vontade pessoal de descobrir algo novo, é o diferencial que ajudará a organização a ser vitoriosa. A formação e experiência do profissional, da área de desenvolvimento, é de extrema importância, pois influenciará no tempo para se atingir o resultado final desejado. Porém, quando encaramos o desafio como algo pessoal, podemos alcançar o objetivo final independente de não termos todas as condições e conhecimentos desejados.

Outra qualidade que faz a diferença no profissional da área de desenvolvimento é a criatividade. Os especialistas são unânimes na visão de que, para identificar as

empresas que estarão presentes e atuantes no mercado nos próximos anos, precisarão olhar quais delas são criativas, ousadas e inovadoras, pois serão as sobreviventes. Acredito que hoje em dia o potencial humano da organização deve ser encarado como único capital da empresa. O que pode conquistar uma empresa que possua os melhores equipamentos, bons salários, boas condições de trabalho, mas que não tenha profissionais motivados, criativos e que não encarem os desafios como forma de motivação pessoal? A arte de fazer diferente é que transformará as empresas em organizações criativas, com profissionais que farão a diferença, sentindo-se valorizado e acima de tudo pessoalmente realizado, feliz por fazer um trabalho útil que produz resultado para a empresa. Hank Zeller, executivo e poeta, descreve a emoção de criar da seguinte forma: “Quando você percebe que a idéia que teve pode contribuir para melhorar alguma coisa existente no mundo e a qualidade de vida, seus pêlos se arrepiam e você se enche de um sentimento incrível de auto-realização, é como se Deus tivesse soprado aquilo no seu ouvido.

Portanto, sair da zona de conforto é situação indispensável para que haja evolução, pois não existem mudanças com atitudes passivas e braços cruzados, pelo contrário, as atitudes precisam ser dinâmicas e empreendedoras.

## 6. MELHORIAS E DECISÕES DE INVESTIMENTO

Uma indústria química está sempre em transformação, seja devido a pequenas modificações, melhorias internas de produto ou processo, seja devido a novas instalações com o objetivo de aumentar a produção ou fabricar um diferente produto.

Independentemente do tamanho do projeto, é provável a necessidade de investimento em novos equipamentos, pagamento da equipe de instalação e montagem, compra de produtos para desenvolvimento, etc. Todo e qualquer gasto na indústria deve ser justificado com o provável lucro ou economia proporcionada a empresa, como também os benefícios gerados para os trabalhadores do chão de fábrica com melhorias operacionais. Não podemos esquecer que quanto melhores forem as condições de trabalho, menor será o desgaste físico e emocional para os trabalhadores, os quais trabalharão de forma mais produtiva, produzindo mais no mesmo período de trabalho.

As decisões da diretoria da empresa podem ser classificadas em três diferentes níveis. Nível estratégico, com objetivo na relação entre a empresa, o meio ambiente e sociedade e com previsão de alcance de médio a longo prazo. A decisão administrativa que possui o objetivo de organizar internamente a empresa, com previsão de alcance de médio a longo prazo. Por último, o nível de decisão operacional, com objetivos de melhorias e modificações no processo de produção, o qual possui previsão de alcance de curto a médio prazo ( Referência 4 ).

Em um estudo de engenharia econômica, muitos podem ser os critérios adotados para chegar a decisão final. Para a escolha entre dois equipamentos de processo de mesma capacidade, são fatores importantes, a produtividade, o desempenho, a durabilidade, a economia proporcionada, a necessidade de manutenção, segurança, versatilidade, vida útil, valor residual na revenda, entre outros. Em grande parte dos casos, um empreendimento se compõe de benefícios tangíveis, expressos em valores econômicos com relativa facilidade, e de benefícios intangíveis, aqueles que não podem ser expressos em termos econômicos com relativa facilidade. Ambos os casos devem ser analisados por ocasião do estudo de viabilidade técnica-econômica ( Referência 5 ).

Em todo o estudo de viabilidade econômica devem ser determinados e estudados fatores como o valor presente líquido, período de recuperação do investimento, retorno sobre o investimento, entre outros dados importantes na análise do empreendimento. Estas informações são importantes para a empresa, pois a mesma pode decidir, ao final

do estudo, em não dar seqüência ao projeto e preferir investir o valor no mercado financeiro, pois o retorno seria maior quando comparado ao do projeto.

Neste trabalho pretende-se dar ênfase nas decisões de nível operacional da empresa, fornecendo um roteiro prático que poderá ser utilizado no caso da necessidade de se fazer um estudo de viabilidade técnico-econômica de um empreendimento. O objetivo principal será relacionar o fator técnico e econômico das decisões operacionais, comentando-se os conceitos da engenharia econômica e das decisões de investimento.

## **6.1 ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA E OPERACIONAL ( EVTEO )**

Os estudos de viabilidade técnica, econômica e operacional são um conjunto de informações sobre um projeto de investimento que permitem sejam obtidas respostas às algumas perguntas fundamentais. Dependendo do tamanho do projeto, poderão ser analisados, além do aspecto técnico e econômico, o fator operacional, ambiental, financeiro, político e estratégico. A relação das perguntas fundamentais estão relacionadas no item 6.1.1.

O gerente de uma indústria química está constantemente deparando-se com possibilidades de melhoria no processo industrial. Substituição de equipamento de processo, melhorias na linha de produção com o objetivo de aumentar a produtividade da fábrica, possibilidade de automatização industrial, contratação de pessoal ou eliminação de postos de trabalho, implantação de novos processos de produção para diferentes produtos, são apenas algumas das possíveis situações encontradas.

As decisões devem ser bem fundamentadas no aspecto técnico, econômico e humano. Não adianta termos um processo limpo e excelente a nível operacional, se a venda do produto final não paga os gastos com os insumos e a mão de obra. Por que fazer a substituição de um equipamento antigo, que trabalha eficientemente e com qualidade aceitável pelo cliente final, por um moderno que produzirá a mesma quantidade, porém, com o nível de qualidade um pouco superior que o equipamento antigo, mas que exigirá cuidados redobrados na operação e maior tempo de parada para manutenção? Até que ponto é interessante para a empresa ter um processo tecnicamente e economicamente viável, mas que exige esforço físico dobrado dos operadores além de ser um processo insalubre? Enfim, os fatores técnico, econômico e humano, devem ser

levados em consideração quando estudamos modificações e possibilidades de melhorias na fábrica. Relaciono abaixo alguns critérios importantes que devem ser estudados na análise de um estudo de viabilidade de um projeto.

### **6.1.1 INDAGAÇÕES FUNDAMENTAIS ( REFERÊNCIA 6 )**

#### **⇒ É possível? Viabilidade Técnica**

Verifica as possibilidades tecnológicas da efetivação do investimento. Esta é a primeira questão a ser respondida, pois caso o projeto não seja tecnicamente viável, não poderá ser executado. Cabe ao pessoal de desenvolvimento e produção, tentar tornar viável o projeto com modificações e adaptações, ou pensar em outra alternativa tecnológica, a qual também passará pelo estudo de viabilidade técnica. Não poderemos esquecer da viabilidade operacional do projeto, isto é, da forma que será realizado o trabalho pelos operadores. Devemos estudar os riscos de operação, físicos e químicos, os quais podem comprometer a saúde do trabalhador. O operador não deve correr riscos desnecessários no trabalho, explosões, vazamentos, escorregões, quedas, queimaduras, etc. A segurança da empresa, do meio ambiente e da sociedade deve ser vista como prioridade, independentemente do projeto ser viável tecnicamente.

#### **⇒ É Vantajoso? Viabilidade Econômica**

Quantifica os benefícios econômicos advindos para a empresa com a realização do investimento. Neste ponto, estuda-se o retorno financeiro ou a economia que a empresa terá, caso o projeto seja executado. Dependendo do projeto, poder-se-á determinar vários indicadores econômicos, como valor presente líquido, índice benefício-custo, retorno sobre o investimento, prazo de retorno, taxa interna de retorno, ponto de Fischer, entre outros indicadores. Recomendo a leitura das referencias 4 e 5, como literatura de apoio para os cálculos de viabilidade econômica.

#### **⇒ É Adequado? Viabilidade Estratégica**

Mostra a compatibilidade do projeto de investimento com estratégias da empresa. Toda empresa possui objetivos e metas de interesse, que podem ser concretizadas a longo prazo. Pode ser que determinado projeto não seja, em um primeiro momento, vantajoso economicamente, porém com o tempo será, além de tornar a empresa mais competitiva no mercado.

#### **⇒ Há Disponibilidade de Recursos? Viabilidade Financeira**

Estuda a existência de recursos próprios ou de fontes de financiamento externas que permitam a realização do investimento. Havendo restrição de recursos, pode gerar uma análise de priorização de projetos e remanejamento de recursos entre projetos em implantação.

#### **⇒ Qual o impacto ambiental? Viabilidade ecológica**

Analisa a influência do investimento no meio ambiente. A empresa não pode aprovar um projeto que seja viável economicamente, operacionalmente e financeiramente, porém que polua o meio ambiente, com resíduos sólidos, líquidos ou gasosos. A empresa não tem o direito de contaminar rios, lagos e a atmosfera, independentemente do retorno que o projeto traga. Cabe aos técnicos descobrirem a forma de tratamento dos resíduos gerados, como também a alta gerência, destinar os recursos necessários para a execução das obras da estação de tratamento de efluentes, ou do processo de tratamento necessário.

#### **⇒ É conveniente? Viabilidade Política**

Analisa a repercussão política da realização do investimento, sendo esta avaliação do âmbito da alta administração. Este ponto é especialmente importante para as empresas de grande porte, que trabalham com produtos de grande consumo necessário para a economia do país, como combustível, energia elétrica, gás natural, entre outros produtos.

## **6.1.2 FATORES QUE AFETAM A RENTABILIDADE DOS INVESTIMENTOS ( REFERÊNCIA 6 )**

Abaixo estão relacionados alguns fatores importantes que podem afetar a rentabilidade de um investimento. Estes fatores, como muitas coisas da vida, existem, quer sejam, quer não sejam identificados no planejamento do investimento. Quando um deles não é previsto em detalhes, é preciso ter sobre ele uma hipótese de trabalho.

### **⇒ Investimento Fixo**

Um bom nível de conhecimento sobre o processo químico permitirá uma estimativa do capital fixo materializado e pronto a operar. A exatidão da estimativa poderá ser aumentada por um aprofundamento do desenvolvimento do processo, determinando as operações necessárias, máquinas e equipamentos empregados.

### **⇒ Capital de Giro**

Para financiar adequadamente a operação de qualquer instalação industrial, recursos adicionais devem ser mantidos em caixa ou investidos em estoques. O valor deste investimento líquido é, em geral, função do volume de produção e por isso deve ser estimado em vários níveis de atividade.

A política interna de cada empresa tem um efeito considerável sobre os estoques, as contas a receber, etc. Normalmente, o capital de giro é um fator importante no investimento, e um tempo de análise adicional a seu respeito aumenta a previsão da estimativa.

### **⇒ Tempo de Implantação**

Todo capital investido em instalações industriais envolve um período sem obtenção de receitas, o período de implantação, que deve ser estimado. As estimativas do prazo de implantação são bastante precisas, e o efeito de possíveis erros é relativamente pequeno.

### **⇒ Pré-operação**

No período inicial de operação de uma instalação industrial, as despesas são maiores que no período normal. A grandeza destas despesas anormais deve ser estimada. Quando o processo é bem conhecido, o seu montante é relativamente pequeno, mas um processo novo pode precisar de semanas ou até meses, antes de serem atingidas as condições ótimas de operação. As despesas de partida também incluem a contratação prévia de mão-de-obra anterior ao período de produção, as despesas iniciais de manutenção e as alterações para ajustar as condições operacionais. O montante dispendido é significativo, mas pode ser previsto com relativa precisão, exceto quando o processo é totalmente novo.

### **⇒ Previsão do Volume de Vendas; Previsão do Preço do Produto**

Esses dois itens poderiam ser reunidos na previsão do valor das vendas durante a vida útil do projeto, mas aparecem aqui separados para mostrar que ambos devem ser previstos. Essa previsão talvez seja o fator mais importante na determinação do sucesso do investimento. Infelizmente, essa área ainda não é acessível a uma análise científica. Os esforços neste sentido logo atingem um ponto em que os benefícios são decrescentes.

### **⇒ Custos de Produção**

As técnicas conhecidas de estimativas dos custos diretos de produção permitem a obtenção de parâmetros razoáveis, desde que haja esforço suficiente de investigação e de análise. A estimativa dos custos indiretos de produção, provenientes de um novo investimento, é, no entanto, bem mais difícil. Muitas vezes o seu valor faz com que eles sejam críticos para a decisão de investir.

### **⇒ Vida Útil**

Este conceito refere-se ao período mais provável de operação normal, antes que a deterioração do equipamento ou a obsolescência do processo exijam qualquer

investimento adicional significativo. Como as inovações tecnológicas são geralmente imprevisíveis, não existem bons métodos de previsão da vida útil. A incerteza desta previsão, no entanto, não é crítica, pois os efeitos das inovações só se manifestam a longo prazo. Para a avaliação preliminar da maioria dos projetos, é sempre melhor admitir uma vida útil padrão de 10 a 15 anos.

### **⇒ Taxa Mínima de Atratividade**

Qualquer que seja o método utilizado para exprimir a rentabilidade, deve o mesmo ter um padrão com que comparar a rentabilidade estimada. Alguns métodos de rentabilidade admitem um padrão nas suas inferências. As empresas têm sempre em mente um valor determinado para a sua taxa mínima de atratividade de retorno. Este valor, correto ou não, não é exato, mas corresponde a uma faixa em que são levados em conta as diferenças entre os projetos futuros, como o potencial de crescimento, a garantia do mercado e outros fatores de risco.

### **⇒ Riscos**

Os riscos de diferentes projetos são diferentes, mesmo quando, com base nas melhores estimativas de todos os elementos necessários, os projetos pareçam idênticos. O risco depende do processo adotado, se ele é conhecido ou é uma inovação; de o produto ser conhecido no mercado ou completamente novo; da previsão de vendas, da colocação do produto, se externa ou com uma fração significativa destinada a usos cativos, etc.

Ainda não se tem a maneira de incluir, nas previsões de rentabilidade, os diferentes níveis de risco.

Os métodos mais comuns são o aumento da taxa mínima atrativa de retorno, ou a aplicação, aos fluxos de caixa finais, de um multiplicador que representa a probabilidade de esses fluxos serem atingidos. Como nenhum destes métodos expressa, na verdade, de forma correta, a sensibilidade global de um projeto aos fatores de risco, é preciso determinar ainda que qualitativamente, as diferenças de riscos entre os projetos considerados.

## **⇒ Conjuntura Econômica**

Para a maioria das empresas a situação geral da economia afetará o nível de investimentos. A recessão pode provocar dificuldades na obtenção, a curto prazo, de recursos para o investimento e diminuir as receitas durante o primeiro período de operação do projeto.

### **6.2 EXEMPLO DE UM ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E OPERACIONAL EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA (REFERÊNCIA 7).**

#### **6.2.1 INTRODUÇÃO**

Este item apresenta a descrição do estudo e instalação de um projeto de desmineralização de água, via sistema de leito compacto, operação com fluxo inverso, denominado Amberpack, bem como demonstra a capacidade operacional da unidade implantada.

Em 1997, a refinaria de Tula da Pemex, fez um estudo do projeto para desmineralizar 540 m<sup>3</sup>/hora de água de poços artesianos com alto teor de sólidos dissolvidos, cerca de 1.400 mg/litro e ainda contendo um alto teor de sílica, aproximadamente 65 mg/litro.

A refinaria tem capacidade de 315.000 barris por dia, sendo responsável pelo fornecimento de 70% de todos os derivados consumidos na Cidade do México, como também de outras importantes cidades da região, contando com 3010 empregados.

Devido as expansões constantes na Refinaria de Tula foi necessário também expandir a capacidade de produção de água desmineralizada para atender a demanda de geração de vapor, para processo e produção de energia elétrica. A unidade existente possuía capacidade operacional de 520 m<sup>3</sup>/hora. Com a nova unidade, o sistema Amberpack, a refinaria passou a ter capacidade da ordem de 1.500 m<sup>3</sup>/hora levando-se em consideração a recuperação de condensado na refinaria.

#### **6.2.2 DESCRIÇÃO**

O alto teor de sílica na água de poços aliado a escassez de água na região constituíram o principal desafio para definição e escolha de um sistema de desmineralização que proporcionasse o menor investimento e o menor custo operacional.

Para satisfazer as premissas básicas do projeto foi avaliado a viabilidade técnica, econômica e operacional da utilização de três alternativas de tecnologia para desmineralização de água, sendo elas: a osmose reversa, sistema de desmineralização convencional ( C/A/LM ) e sistema de leito compacto ( SCL ) que foram estudados e comparados pelo departamento de projeto da Pemex para escolha da tecnologia que seria utilizada. Os fatores técnicos para decisão foram a qualidade da água a ser obtida, a facilidade na operação, o espaço físico utilizado, o tempo para retrolavagem dos equipamentos, o tempo necessário para a instalação e operação da nova unidade, o tempo de parada para manutenção e a vida útil dos equipamentos.

Os fatores econômicos chave foram o investimento inicial necessário, o tempo de recuperação do investimento e os possíveis gastos com a manutenção da unidade. É importante notar que no estudo de viabilidade econômica, não foi necessário a determinação do retorno sobre o investimento, assim como a hipótese de investir o valor no mercado financeiro, isto porque o projeto tinha que ser realizado, pois estava em risco o fornecimento de água para a geração de vapor e energia elétrica da refinaria.

O estudo final comparativo foi favorável ao sistema de troca iônica pela tecnologia de leito compacto, sendo adotado dois módulos de 4 unidades cada, portanto sendo instalado ao todo, 16 colunas de troca iônica, 8 catiônicas e 8 aniônicas. O sistema permite paradas para manutenção de cada módulo independente, sem prejuízo da capacidade de produção horária da planta como um todo. Cada módulo é capaz de garantir uma produção contínua de 270 m<sup>3</sup>/hora, fornecendo um total de 540 m<sup>3</sup>/hora com os dois módulos. O sistema possui bombas de reciclo para reduzir o volume de águas de lavagem e efluentes.

### **6.2.3 RESULTADOS**

Como resultado da alta qualidade da água desmineralizada pelo sistema de leito compacto, foi possível até eliminar a utilização de outros equipamentos anteriormente utilizados, uma vez que a composição final da mistura das águas desmineralizadas atendem perfeitamente aos requisitos químicos para alimentação das caldeiras.

Após dois anos de operação, o sistema provou ser um processo seguro que produz continuamente 540 m<sup>3</sup>/hora de água desmineralizada com qualidade aceitável, com baixo consumo de regenerante, baixa geração de efluentes, reduzido custo operacional.

Como resultado secundário da implantação, foram ainda desativadas outros equipamentos de desmineralização, os quais tornaram-se desnecessários.

O retorno do investimento calculado pelo estudo de viabilidade econômica, o qual foi de 4,5 anos, será, na realidade, atingido em 3 anos devido ao alto desempenho da unidade e o baixo consumo de regenerante e a alta taxa de recuperação de água desmineralizada, acima de 90% para uma água de 1.400 mg/litro de sólidos totais dissolvidos.

Podemos notar neste exemplo, que foram estudadas e analisadas as indagações fundamentais, como a viabilidade técnica, econômica e operacional, viabilidade financeira, estratégica e ecológica. Verificou-se primeiramente o uso de diferentes tecnologias para o processo de desmineralização, incluindo neste estudo os fatores operacionais e ecológicos da utilização. Então, foi analisado a viabilidade econômica e financeira dos sistemas, sendo então escolhido a tecnologia mais adequada para o caso. A viabilidade estratégica foi fundamental para a sequência do projeto, visto que era necessário para a refinaria o aumento da capacidade de geração de vapor para processo, e a produção de energia elétrica, tanto para o processo como para a população.

## 7. PRODUTIVIDADE E MANUTENÇÃO

Comentar sobre produção e manutenção em uma indústria de processos químicos não é algo relativamente fácil, principalmente o que está relacionado à parte de produção. O problema está em relacionar as novas teorias e conceitos de produção como engenharia simultânea, engenharia de valor, células de manufatura, sistema Toyota de Produção, Lean Thinking, teoria das restrições, entre outras.

Estas novas teorias ficam melhor entendidas quando estudamos as indústrias mecânicas, indústrias de montagens de peças. É difícil encontrar na literatura ou em palestras sobre produção e produtividade, comentários relacionados à indústria de processos químicos. A dificuldade está em visualizar os processos, entendê-los, sendo que muitas vezes os produtos não são facilmente vistos no processo, não fornecendo assim uma idéia de quantidade.

Os produtos na maioria das vezes estão fluindo dentro de tubulações, sendo impulsionados por bombas e equipamentos. Muitas vezes ficamos sabendo da quantidade processada olhando a placa de identificação dos equipamentos. Outra dificuldade é o entendimento dos processos químicos e físicos, muitas vezes exigindo conhecimento técnico mais aprofundado. É muito mais fácil entendermos e relacionarmos os conceitos teóricos em uma máquina de corte que fabrica 100 peças/hora, do que, por exemplo, um reator químico que produz 100 litros/hora de um produto a concentração de 60% e conversão de 85%.

Em qualquer indústria, independente do setor de atuação, é fundamental buscarmos uma elevada produtividade, aliado a uma fabricação com a qualidade final dentro dos padrões exigidos pelos clientes. Na indústria de processos químicos, muitas vezes somos obrigados a modificar as condições de processo, como vazão, temperatura, pressão, grau de agitação, tempo de contato, viscosidade, etc., para elevarmos a produtividade. Com pequenas modificações nas condições de processamento, poderemos aumentar a produção, reduzindo perdas e paradas programadas. É muito importante conhecermos o processo de fabricação, para que sejam identificadas previamente as possíveis alterações no produto em processo e no produto final, caso seja decidido modificar alguma condição de fabricação.

É interessante observar que em um processo químico contínuo, é necessário que todos os equipamentos tenham um mínimo de capacidade de produção requerida, pois

nem sempre é possível estocar produto em processo, no chão de fábrica ou em tanque pulmão, devido a riscos de acidentes. Em muitos casos, a produção poderá parar, ficando as linhas e equipamentos com produto, muitas vezes mantido aquecido e pressurizado. Isto pode ser de grande risco para os operadores, a empresa e o processo.

Neste capítulo tentar-se-á relacionar os conceitos do Sistema Toyota de Produção e Teoria das Restrições, com algumas operações e processos químicos, normalmente encontrados nas indústrias do setor.

## **7.1 RELACIONANDO OS CONCEITOS ( REFERÊNCIA 8 )**

Em relação às teorias citadas, gostaria de comentar sobre o Sistema Toyota de Produção ( STP ) e a Teoria das Restrições ( TOC ). O STP diz que perda é tudo que não agrega valor ao produto e gera custo. Relacionando o conceito para um processo químico, podemos identificar que, o transporte de produtos sólidos, líquidos ou gasosos, é uma operação extremamente necessária, porém não agrega valor nenhum ao produto, além de ter o custo da transferência.

Pensando assim, devemos evitar grandes distâncias entre os pontos de armazenamento e o ponto de consumo, como também, diminuir o tempo de transporte. Para isto, devemos ter equipamentos bem projetados e ajustados, que evitem perdas de produtos, que sejam de fácil manutenção e que enviem o mais rápido possível sem alterar as características dos produtos.

Processos de aquecimento e agitação são muitas vezes considerados de preparação, porém necessários para que outras operações ocorram, como reações químicas, mistura entre componentes, separações entre fases, entre outras, as quais agregam valor ao produto, pois influenciam diretamente à qualidade final. Nos processos de preparação devemos tentar alcançar as condições ótimas da operação para que não se tornem um gargalo da fábrica. Fatores como temperatura, grau de agitação, tempo de contato entre componentes, tempo de residência, equipamento a ser utilizado, são condições que devem estar bem determinados , para evitar parada desnecessária e tempo de preparação alto. O gerente de produção deve identificar as restrições da fábrica e tentar otimizá-las, aumentando a produtividade do processo.

Devemos agregar valor ao produto sem excesso de trabalho, horas extras ou acidentes. Muitos processos químicos exigem certas condições para dar início à

fabricação. Sem estas condições, muitas vezes não é possível que ocorram processos físico-químicos. É durante a fase de projeto que devemos identificar as futuras restrições da fábrica, e evitar que venham a causar perdas por espera, superprodução ou por fabricação de produtos defeituosos. Nos processos químicos é comum existirem operações exotérmicas, que geram calor, como algumas reações químicas e misturas. Esta energia deve ser aproveitada em alguma etapa do processo, caso contrário será considerado uma perda de energia.

Alguns produtos químicos exigem um determinado tempo para ambientalização após ter sido fabricado. Neste caso, o estoque de produto acabado poderá ser dimensionado além da previsão de demanda devido ao tempo de espera. É possível que ocorra uma perda por superprodução, porém é melhor do que ocorrer a perda do cliente, pois o tempo de entrega envolve a fabricação, a espera e o transporte, tempo que o cliente poderá não dispor.

Em relação à teoria das restrições ( TOC ), é bastante interessante os conceitos de gargalo e CCR's. Sendo gargalo os recursos nos quais a capacidade disponível é menor que a capacidade necessária para atender a demanda do mercado, e as CCR's recursos com capacidade superior a necessária, mas não corretamente seqüenciadas.

Na maioria dos processos de fabricação existem gargalos e CCR's. Cabe ao gerente de produção identificar e tentar otimizar as restrições, melhorando a produtividade da fábrica. Muitas vezes a simples substituição de um modelo de bomba de processo pode alterar o ritmo de produção, de tal maneira que todos os equipamentos comecem a trabalhar num ritmo de fabricação que possibilite um melhor controle e rendimento do processo global.

Acredito que as CCR's são originadas nas condições de processamento. Isto é, temperatura, concentração, pressão exigida, que podem impedir o bom andamento da produção. O pessoal de fábrica pode tentar alterar as condições para um limite aceitável, de tal maneira que os fluxos de produção não sejam quebrados. Caso não seja possível, devemos substituir equipamentos que não possuam a capacidade de produção requerida como os demais componentes da fabricação.

Durante a produção, o fornecimento das matérias-primas deve ser o mais rápido possível, para que não ocorram perdas por espera na produção. Também deve estar dentro das condições exigidas pelo processo, isto é, vazão, temperatura, pressão, viscosidade, concentração, etc, evitando-se paradas na produção, por não atenderem as

condições de processo. Enfim, o projeto da unidade de fabricação, deve impedir que ocorram CCR's, paradas desnecessárias, gargalos, entre outros fatores que não contribuem para uma operação eficiente da produção.

Os diretores devem estar sempre informando a área de fabricação sobre os ganhos da empresa, despesas operacionais, inventários, venda e lucro líquido, para que os operadores e gerentes sempre busquem o ótimo global da fábrica.

## **7.2 MANUTENÇÃO**

Acredito que a manutenção preventiva seja a melhor forma para evitar paradas indesejadas de produção, assim como os acidentes que podem colocar em risco funcionários, equipamentos, a sociedade e o meio ambiente.

O gerente de fábrica deve possuir uma planilha de todos os equipamentos utilizados, com a data da última e da próxima manutenção a ser realizada. Deve estar claro os pontos a serem vistoriados, peças a serem trocadas, elementos como óleo de resfriamento, lubrificação, juntas, gaxetas de vedação, enfim todos os pontos críticos responsáveis pelo bom funcionamento das máquinas e equipamentos.

É importante que seja determinado quem fará a manutenção, e o que será utilizado. Devem estar disponíveis, ferramentas, peças sobressalentes, etc. Independente das paradas programadas para manutenção, é possível que as máquinas quebrem durante a produção. Caso isto ocorra, é importante termos um pequeno estoque das peças mais críticas de todas as máquinas, para que a parada seja a mínima possível. Muitas vezes a quebra de uma peça pode comprometer todo o processo e a manutenção da mesma pode exigir o envio para o fornecedor, o reparo, e o retorno, necessitando de vários dias. Caso não tenhamos um equipamento ou peça para substituição, a produção ficará parada, comprometendo o envio de produto para os clientes.

Dependendo da complexidade do processo, a empresa pode optar por uma parada geral, fazendo a manutenção em todas as máquinas ao mesmo tempo, com equipes terceirizadas e supervisionadas pelos gerentes e operadores das unidades. Nesta situação, o cronograma de manutenção deve ser permanentemente cobrado das equipes de trabalho. O estoque deve ser suficiente para o abastecimento dos clientes. Enfim, com a manutenção preventiva, é possível evitar paradas, quebras indesejadas, como também, evitar acidentes de trabalho como vazamentos e explosões.

## 8. CUIDANDO DA ÁREA AMBIENTAL

Em termos de meio ambiente, muito se fala, porém, são poucas as ações concretas que venham a reduzir a contaminação dos rios e lagos, a devastação das florestas e a poluição atmosférica. Acredito que as decisões, tomadas pelos dirigentes da sociedade para se evitar a poluição, estão diretamente relacionadas ao capital que deverá ser investido, ou, ao quanto se deixará de arrecadar com as melhorias. Caso a decisão implique na redução de lucros de determinado setor da economia, será muito difícil as medidas serem aprovadas.

O exemplo mais atual é a não aceitação dos Estados Unidos na assinatura do tratado de Kyoto, pois o mesmo impediria o crescimento econômico dos americanos. O que o governo americano esquece é que tanto o clima da terra como todos os seres vivos do planeta, são afetados direta ou indiretamente pelas ações tomadas pelo homem, e que todos nós estamos sujeitos às doenças e demais males causados pela poluição global.

A poluição química é, no seu sentido mais amplo, uma forma de agressão que modifica as características de um ambiente de modo a torná-lo impróprio às formas de vida que ele normalmente obriga.

- De uma maneira mais restrita, poluição industrial seria qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de energia ou de substância sólida, líquida ou gasosa, ou combinação de elementos despejados pelas indústrias em níveis capazes de: ( Referência 9 ).
- Prejudicar a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- Criar condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Ocasionar danos relevantes à flora, à fauna e outros recursos naturais.

A indústria química, especialmente, está começando a entender a nova fase da história. É fácil lembrar que, entre os diversos segmentos produtivos, foi o setor químico que mais sofreu cobranças pela busca de soluções para problemas relacionados ao controle ambiental. Esta reputação negativa não é um fenômeno apenas do Brasil, mas de todo o mundo, e exige soluções eficazes para mudar essa imagem perante a sociedade.

O que as empresas buscam hoje, é a constante revisão dos processos produtivos, e na conjugação de esforços ambientais restritivos com a utilização de soluções mais

integradas. Medidas que evitem desperdícios, perdas de produção, soluções de reciclagem e disposição final de resíduos, devem ser vistas com mais atenção pelos técnicos e diretores das empresas, entendendo que resíduo é um subproduto que pode ter uma aplicação em outro processo, ou uma disposição final que não agrida o meio ambiente.

Neste capítulo pretendo comentar sobre a atuação na prevenção da geração dos resíduos na indústria de processos, e na possibilidade de reutilização dos resíduos, como matéria-prima em outros processos de fabricação.

## **8.1 REVISANDO OS PROCESSOS PRODUTIVOS**

É praticamente impossível termos um processo produtivo sem a geração de um resíduo durante ou ao final das etapas. Os processos químicos podem gerar diferentes tipos de resíduo, podendo ser sólido, líquido ou gasoso.

A forma tradicional de evitar que o despejo industrial atinja a atmosfera, rios, lagos e florestas, é a instalação de unidades de tratamento de efluentes ( E.T.E ) que acabam se tornando a última unidade de produção dentro de todo o processo produtivo.

A E.T.E deve processar o resíduo industrial, de tal maneira que o que for despejado no ambiente, ao final do tratamento, esteja dentro dos padrões de lançamento dos órgãos ambientais competentes.

Muitas vezes, após o tratamento, ainda existe o problema da disposição final do resíduo separado, gerado na E.T.E. Poderia ser o causador da poluição, mas foi removido do efluente final por algum processo de tratamento, e que agora deverá ser acondicionado de alguma forma sendo dado um destino final. Poderá ser incinerado, caso não se descubra uma utilização para o mesmo.

É interessante observar que ao se tentar evitar a poluição, a empresa, mesmo tratando o despejo industrial na E.T.E, gera um resíduo, muitas vezes sólido, que poderá ser entamborado. O mesmo poderá ser acumulado até uma certa quantidade, quando se definirá o que fazer com a quantidade armazenada durante um período.

Caso seja incinerado, que é um processo caro, gerará poluição atmosférica, e as cinzas originadas na queima poderão voltar para a empresa geradora. Caso seja enviado

para disposição em alguma empresa ambientalista, ainda poderão ocorrer vazamentos e contaminações, cuja responsabilidade poderá ser da empresa geradora do resíduo.

Entende-se assim que a questão ambiental pode determinar a sobrevivência da empresa. Seguir a máxima “melhor prevenir do que remediar” se tornou ainda mais válido dentro do contexto da gestão ambiental. Desta forma, a melhor alternativa consiste na permanente revisão dos seus processos produtivos, evitando-se olhar apenas as soluções tecnológicas de remediação no final dos processos existentes, as E.T.E’s.

Há inúmeros casos bem-sucedidos na indústria química, onde modificações em seus processos de fabricação levaram a reduções de custos em função de uma regulamentação e controle ambientais mais apropriados. Quanto maior for a integração da indústria responsável à solução, através de seus próprios recursos físicos e humanos, melhor serão os resultados.

São os técnicos da empresa quem mais conhece o produto e processo, portanto são eles que devem ter a responsabilidade pela eliminação ou redução dos resíduos industriais, assim como descobrir uma disponibilidade final do resíduo gerado e tratado, seja com a reutilização no processo, ou como matéria-prima em outras empresas. Acredito que é no dia-a-dia do trabalho que técnicos, engenheiros e operadores devem discutir novas soluções, testar novas matérias-primas, modificar condições de processo, evitar perdas de produtos, verificar constantemente as condições de operação dos equipamentos evitando vazamentos e acidentes que coloquem em risco os operadores, o processo, a sociedade e o meio ambiente. Os recursos energia e água devem ser economizados ao máximo, e no caso da água, tratá-la e reaproveitá-la se possível.

A busca pela reutilização de um resíduo industrial deve ser permanente, pois o mesmo muitas vezes pode entrar como matéria-prima em outros processos industriais, desta maneira com custo bastante reduzido. A seguir será descrito uma síntese de propostas ecologicamente corretas, com objetivo de tornar a produção da empresa cada vez mais limpa.

**1. Mudança nas matérias-primas:** Reduzir ou eliminar o uso de matérias-primas perigosas, como também analisar a possibilidade de utilizar, no processo de fabricação, produtos reciclados contribuindo assim para criar mercado para estes produtos;

**2. Otimização da produção:** Evitar ao máximo a perda tanto de matéria-prima, produtos e energia devido a vazamentos e derramamentos. Programar a

produção de modo a reduzir a necessidade de limpeza dos equipamentos. Fazer manutenção preventiva para diminuir o tempo de parada. Desligar lâmpadas e motores quando não estiverem em uso. Evitar misturar diferentes tipos de resíduos, pois isto prejudica na separação e posterior tratamento;

3. **Reutilização interna:** Devemos reciclar se possível dentro da própria empresa as águas de refrigeração, águas de lavagem, águas de processo, solventes e outros materiais. Recuperar energia onde for possível, como o reaproveitamento do condensado de caldeiras geradoras de vapor. Criar subprodutos com os resíduos gerados após o tratamento;
4. **Mudanças de tecnologia:** Devemos mudar o layout, tubulações e equipamentos, para melhorar o fluxo de materiais no processo. Melhorar os sistemas de controle de processo, automatizando linhas e monitorando melhor variáveis como temperatura, pressão e vazão. Instalar equipamentos controladores de velocidade em bombas de processo para reduzir o consumo de energia. Utilizar processos mecânicos de limpeza, evitando a necessidade do uso de soluções químicas, muitas vezes de elevado custo, tóxicas e perigosas;
5. **Mudanças no produto:** Reformular produto para reduzir o impacto ambiental. Facilitar a reciclagem, evitar utilização de embalagens desnecessárias.

## **8.2 EXEMPLO DE RECICLAGEM DE UM RESÍDUO INDUSTRIAL (REFERÊNCIA 10)**

Transformar resíduo organoclorado sólido de alto peso molecular a base de alcatrão, proveniente do fundo de coluna de destilação de dois processos industriais, em dois produtos – uma fonte de herbicida para cultivo de cereal e um intermediário de grande interesse na produção de outros herbicidas, rendeu em 2000 à fábrica Griffin-Camaçari, o prêmio de crescimento sustentado.

A fabricação dos dois produtos foi desenvolvida em Camaçari, nos laboratórios de tecnologia e na planta piloto da fábrica de formulações de agroquímicos. Além de agregar valor ao resíduo, a Griffin do Brasil, aumentou significativamente sua receita líquida ao deixar de torrar, ao custo de 1.100 dólares/ton, uma montanha de resíduo, agora elevada à condição de matéria-prima a custo zero, o que há quase dez anos formava uma congestionada fila de incineração. Foram investidos cerca de 3 milhões de

dólares no desenvolvimento do processo e assegurado o ganho de 10 milhões de dólares só com a não incineração.

Nas instalações da empresa de tratamento de resíduo e proteção ambiental em Camaçari, a montanha de resíduo organoclorado, suficiente pelo menos para cinco anos da produção do herbicida e do intermediário, aguardou a incineração até o processo ser descoberto. O herbicida e o intermediário resultam da estratégia exercida na Griffin, baseada na constatação de que ao fim dos 15 anos, que caracterizam o tempo de vida de uma patente, ainda há longa sobrevida comercial para o produto e margem para a otimização do processo de produção.

Na Griffin, para reduzir os custos há, entre outros esforços, o empenho estratégico em eliminar ao máximo a geração de resíduos. Onde não é possível reduzir totalmente, ou significativamente, há a opção de encontrar novas aplicações, transformar resíduo em matéria-prima ou produto intermediário. Esta hipótese só é válida caso o novo produto possa ser processado em uma unidade industrial da Griffin que esteja ociosa. Não basta descobrir uma nova rota, descobrir utilidade nova, é preciso desenvolver um processo que se adapte a uma unidade ociosa.

Desta variação estratégica surgiram o novo herbicida e o intermediário. A empresa informa que toda a produção está sendo exportada. Em 1999 a Griffin foi contemplada pela primeira vez com o mesmo prêmio, dessa vez em reconhecimento pela criação de um processo para transformar um resíduo que também seria incinerado em um produto requerido na produção de fôrmica.

O exemplo acima mostra que é possível encontrar uma utilização mais consciente para os resíduos gerados pela indústria. Deve ser feito um esforço entre os técnicos da empresa, os quais conhecem o resíduo e como o mesmo é gerado, juntamente com os técnicos dos órgãos ambientalistas e a sociedade, com o objetivo de evitar a degradação do ambiente, e conseqüentemente todos os males causados pela poluição. A empresa geradora deve ser responsável pelas iniciativas e estudos de viabilidade da reutilização do resíduo industrial, mostrar qual a melhor forma tanto para se evitar a formação do resíduo, quanto para tratar ou reutilizar o que for gerado.

### **8.3 FISCALIZAÇÃO: A RESPONSABILIDADE DAS AUTORIDADES**

As autoridades ambientalistas, juntamente com os órgãos competentes de fiscalização, devem procurar auxiliar as empresas líderes e exemplares na gestão ambiental, assim como fazer uma rigorosa e permanente fiscalização do setor industrial, evitando os descartes irresponsáveis. Para isto deve ter gente capacitada para a função de fiscalização, que conheça os processos geradores, seus pontos críticos, para que possam cobrar dos gerentes de fábrica possíveis soluções, sob pena de multa.

A cobrança deve ser constante nas empresas. Devem ser feitas visitas sem aviso prévio, de forma a acompanhar o dia-a-dia da indústria. Não será com visitas anuais, ou apenas quando forem feitas denúncias, que será evitado descartes e contaminações dos rios, lagos, atmosfera e florestas. Também não será somente com multas sobre as empresas que as mesmas irão agir de forma mais consciente. Acredito que os recursos cobrados com multas, poderiam ser utilizados pela empresa poluidora, na limpeza do ambiente contaminado, rios, lagos, matas e florestas, como também na melhoria da qualidade de vida da população vizinha à fábrica.

As condições naturais do meio ambiente devem ser mantidas a qualquer preço. Devemos pensar nas próximas gerações, que possuem o direito de ter uma boa qualidade de vida. As indústrias devem ter a responsabilidade sobre aquilo que geram como resíduos industriais, na disposição final, na reciclagem, etc, de tal maneira que não ocorra a poluição ambiental.

## **9. SEGURANÇA: UMA PREOCUPAÇÃO CONSTANTE**

Quando pensamos em segurança, devemos ter em mente que esta área envolve todos os fatores ligados à indústria de processos, como segurança dos funcionários ligados diretamente ao processo produtivo, meio ambiente, máquinas, equipamentos e local de trabalho. Devemos primeiramente fazer o reconhecimento dos riscos envolvidos, e estar convencidos de que eles existem. A meta fundamental da área de segurança é prever e controlar os perigos em cada tipo de atividade, diminuindo ou eliminando-os ( Referência 11).

É importante deixar claro aos trabalhadores que em determinadas áreas e situações é obrigatório a utilização dos equipamentos de proteção individual, EPI's ( Capacete, luvas, óculos, máscaras, botas e uniforme ), como também da responsabilidade e preocupação de se trabalhar de forma segura sem correr riscos desnecessários. Desta forma, primeiramente estaremos pensando na segurança dos trabalhadores, e na responsabilidade da empresa perante o ministério do trabalho. Não podemos esquecer que dependendo do grau do acidente, o funcionário poderá ficar bastante tempo afastado do serviço, o que sobrecarregará os companheiros no local de trabalho.

A empresa deve em um primeiro momento fornecer os EPI's necessários para os trabalhadores e o treinamento constante no manuseio de máquinas, equipamentos e produtos químicos utilizados na produção e manutenção da fábrica. Em conjunto, a empresa deve cobrar a utilização dos EPI's por parte dos operadores, o que é função direta do gerente de fábrica que deverá dar o exemplo. Como forma de documentar que a empresa respeita as normas básicas de segurança, o gerente de fábrica deve ter em mãos um documento assinado por todos aqueles envolvidos com o processo produtivo, que confirme o recebimento dos EPI's, sua obrigatoriedade de utilização, locais de utilização, como também dos treinamentos realizados. Este documento tem como objetivo maior, mostrar aos funcionários que os mesmos têm grande responsabilidade no sentido de se evitar acidentes de trabalho, como também de evitar futuras ações contra empresa feita por algum funcionário irresponsável.

A situação crítica que favorece os acidentes de trabalho ocorre quando se unem três fatores: funcionário despreparado, falta dos EPI's necessários, condições e materiais de trabalho inadequadas que favoreçam os acidentes. O trabalhador da indústria de

processos químicos deve receber treinamento constante na operação segura de máquinas e equipamentos, como também no manuseio de produtos químicos, muitas vezes tóxicos e corrosivos. Uma maneira que pode auxiliar nos treinamentos é a utilização de instruções de trabalho, as quais devem ensinar em detalhes as operações normalmente realizadas na fábrica. Poderia citar alguns exemplos de boas condições de trabalho: iluminação adequada, escadas seguras e não escorregadias, tubulações aquecidas devidamente isoladas, bombas de processo protegidas, sinais que indiquem que tipo de risco o trabalhador está sujeito em determinado local, equipamentos em boas condições de trabalho sem a existência das famosas “ gambiarras”, indicadores de pressão e temperatura corretamente operando.

Outro fator importante é não sobrecarregar um funcionário com várias funções, pois é quase certo que o mesmo irá esquecer algo importante em algum momento, podendo por em risco a segurança dos companheiros, da empresa e dos vizinhos próximos à fábrica.

É importante salientar que em caso de ocorrer o acidente, a empresa deve saber para onde encaminhar o funcionário, quais os hospitais mais próximos da fábrica, e quais os caminhos para se chegar mais rápido. No caso de acidente com produtos químicos, o gerente deve ter em mãos a ficha de segurança do produto, e o telefone de contato com o fornecedor, como também, saber as primeiras providências em caso de acidente.

Para manter a área de produção em boas condições de trabalho, devemos realizar limpeza constante, eliminando pontos de risco, como pisos escorregadios. Muitas vezes são necessários alguns investimentos na fábrica, para melhorar as condições de segurança. Estas melhorias podem não ser muito bem vistas pelos empresários, pois ter-se-á que gastar dinheiro. Cabe ao gerente de produção expor os problemas aos supervisores, mostrando a real necessidade dos gastos com a segurança, quais os riscos que os trabalhadores estão sujeitos, e o que poderá acontecer em caso de ocorrer o acidente, que poderá ter um custo muito maior do que o gasto com equipamentos de proteção, pequenas melhorias e treinamentos.

## **9.1 ACIDENTES PRESENCIADOS**

Gostaria de citar dois exemplos de acidente que presenciei em uma fábrica de refrigerantes em 1997. O primeiro ocorreu em uma máquina engarrafadora que já vinha mostrando falhas, pois era normal as garrafas PET entortarem e vazarem devido à falta do alinhamento das agulhas de enchimento no interior da garrafa.

Em um determinado momento o gerente de produção, que também operava as máquinas, solicitou ao operador em treinamento, que o substituí-se na enchedora. Acontece que cada vez que alguma garrafa entortace, o operador deveria rapidamente retirá-la da máquina em pleno giro, alcançando com as mãos, em meio a uma série de engrenagens.

Em um determinado momento, o operador bastante nervoso, tentou tirar uma garrafa com problemas, não conseguindo retirar a mão a tempo, tendo um dos dedos da mão direita decepado. Na hora ninguém soube exatamente o que fazer, para onde ligar ou levar o funcionário, este já quase desmaiando de dor. Este é um exemplo de situação onde se unem equipamentos em má condições de uso, com funcionários despreparados para a função.

Outro acidente que poderia ter tido causas piores, ocorreu devido à falta de atenção de um funcionário que executava várias funções ao mesmo tempo. O mesmo preparou o circuito de bombeamento para a limpeza dos tanques de preparação de xarope. O sistema era formado por uma bomba centrífuga conectada por mangueiras aos tanques. Ocorreu que a mangueira de saída não foi devidamente presa à braçadeira. Após alguns momentos com a bomba trabalhando, a mangueira de saída desprendeuse, espirrando solução de soda cáustica em plena área de produção, molhando os funcionários daquele setor e contaminando as garrafas nas esteiras transportadoras.

## **9.2 PREOCUPAÇÃO COM A SEGURANÇA NO PROJETO DA FÁBRICA**

A fase de projeto da fábrica é a etapa onde todos os fatores relacionados à produção devem ser levados em consideração, como o posicionamento dos equipamentos de processo conforme as normas de segurança do fornecedor, forma de acesso as máquinas, tipos de escadas utilizadas, tanques de armazenamento com as devidas bacias de contenção, localização do almoxarifado preferencialmente próximo à

área de produção, laboratório de controle de qualidade com acesso rápido ao processo, pontos de retiradas de amostras, pontos de verificação de variáveis como temperatura, pressão, vazão, tipos de materiais requeridos em todos os pontos do processo, como aço inoxidável, aço carbono, PVC, e outros tipos de materiais de engenharia normalmente empregados na indústria de processo químicos. Enfim, deve-se conhecer e relacionar todos os fatores críticos para que se tenha um processo confiável tanto para a segurança dos funcionários, máquinas e equipamentos, como para o controle de qualidade do processo e meio ambiente. Não posso esquecer de aconselhar que os responsáveis pela montagem da fábrica pensem nas paradas para a manutenção do processo. Estas podem ser tanto para um grande equipamento, como para a troca de uma válvula, ou um tubo já comprometido.

Deve-se ter espaço suficiente para trabalhar na área em reparo, como também, deve-se tentar utilizar equipamentos que sejam de fácil retirada e reposição, de preferência que os próprios operadores realizem a manutenção, evitando-se ter que contratar mão de obra terceirizada para pequenos reparos. O que devemos fazer é eliminar, ou então limitar a probabilidade de ocorrência de um acidente por mais simples que possa parecer.

É importante que as pessoas envolvidas com o projeto da fábrica conheçam o processo, e se coloquem na função do futuro operador da fábrica, pensando em como o mesmo irá operá-la. Deve-se imaginar se o espaçamento entre máquinas de processo, tubulações, bombas, e demais acessórios permite uma movimentação segura, sem que o funcionário tenha que ficar fazendo acrobacias, tentando não esbarrar em alguma parte que poderia provocar algum acidente, por mais simples que seja.

Deve-se imaginar que o operador é um controlador de processo que fica parte do tempo monitorando variáveis como temperatura, pressão, vazões, níveis de tanques, enfim, variáveis responsáveis pela qualidade do produto final, e que se não forem facilmente vistas, podem causar acidentes gravíssimos, como explosões e vazamentos. É responsabilidade da equipe de projeto saber onde posicionar os equipamentos de controle da fábrica, os quais devem ficar bem a mostra para que o operador possa facilmente verificar as variáveis de processo, sem precisar fazer grandes percursos dentro da fábrica.

É natural com o passar do tempo que a empresa venha a crescer, necessitando de novos equipamentos com maior capacidade produtiva, novos tanques de

armazenamento e aumento da área de produção. É normal também que a fábrica não possua espaço suficiente para adaptar as novas máquinas, pois não se imaginava que poder-se-ia crescer, ou vim a fabricar um outro produto utilizando parte do processo existente. Como não se imaginou uma expansão e não existe mais área disponível, pois todo o espaço está ocupado pelas máquinas existentes, e não ter-se-ia tempo ou recurso suficiente para alterar o esquema de produção atual, recorreremos as famosas adaptações e “gambiarras”, colocando novas máquinas sobrepostas sobre as atuais, encavalando equipamentos ao lado de outros, reduzindo o espaço de locomoção existente no chão de fábrica.

Cria-se assim novas barreiras aos operadores, os quais poderão ter que fazer malabarismos para operar determinada máquina ou equipamento, correndo riscos desnecessários.

Para tentar evitar este verdadeiro transtorno para o processo e pessoal de fábrica, devemos sim acreditar que a fábrica poderá se expandir necessitando de espaço físico suficiente para posicionar novos equipamentos e linhas de produção. É importante que no projeto da fábrica se reserve um espaço para talvez uma segunda fábrica, o que poderá evitar o problema de se adaptar equipamentos onde já não existe espaço suficiente, evitando a criação de novos riscos para os funcionários responsáveis pelo processo de produção.

### **9.3 EXEMPLOS DE ACIDENTES CAUSADOS POR FALHA HUMANA (REFERÊNCIA 12 )**

Os exemplos de acidentes descritos a seguir, são devidos a deslizes que mesmo pessoas bem-treinadas e bem-motivadas podem fazer algumas vezes, como esquecer de fechar uma válvula ou fechar a válvula errada. Essas pessoas sabem o que devem fazer, querem fazê-lo, estão mentalmente e fisicamente capacitadas para tal, mas esquecem.

Reprimendas, punições ou treinamento adicional não têm efeito. Podemos ter duas atitudes: aceitar as falhas ocasionais ou mudar as condições de trabalho de forma a tornar os erros mais improváveis. Muitos erros podem ocorrer não devido ao fato de o homem ser bem treinado, mas porque ele é bem treinado. As operações rotineiras são relegadas aos baixos níveis da atividade cerebral e não são permanentemente monitoradas pela mente consciente.

Nunca completariamos as tarefas do dia se cada uma delas merecesse nossa plena atenção. Quando o programa normal de ações é interrompido, por alguma razão, é provável que erros possam acontecer. Essas falhas são similares àquelas que fazemos no nosso dia-a-dia.

Os erros também podem ocorrer porque as pessoas, deliberadamente, não seguem as instruções por julgá-las desnecessárias. Em especial, deixam de usar os equipamentos de proteção ou deixam de cumprir precauções constantes da permissão de trabalho.

Alguns erros também podem ocorrer devido a pressa do operador de ir embora, ou de sair para comer um lanche. Presenciei um erro grave de um operador, que na ânsia de ir embora, no final do turno, esqueceu de abrir determinada válvula provocando o rompimento da tubulação e da válvula devido à elevada pressão da linha, o que causou vazamento do produto, dando um “banho” tanto no operador apressado como no equipamento próximo à válvula. O conserto da válvula atrasou em duas horas a saída de todos os funcionários da produção.

### **9.3.1 ACIDENTES CAUSADOS POR DESLIZES. PARA PREVENI-LOS, DEVEMOS MUDAR O PROJETO DA FÁBRICA OU OS PROCEDIMENTOS DE TRABALHO**

**EXEMPLO 1:** Em um tanque de alimentação encontravam-se quebrados o instrumento de nível e seu alarme. Assim sendo, media-se manualmente o nível do tanque, a cada turno, por imersão de vareta. Quando a unidade estava parada, os operadores não mediam o nível.

Todavia a unidade que alimentava o tanque não estava parada e continuou o suprimento até que o tanque transbordou.

Nesse caso, as leituras não eram apenas desprezadas: simplesmente sequer eram tomadas. Havia alguns erros na planilha de estoques e o tanque continha mais que o esperado. Não obstante, caso os operadores continuassem a fazer as medições a cada turno, não só o erro seria descoberto como o tanque não teria transbordado.

Como podemos prevenir a repetição de acidentes similares?

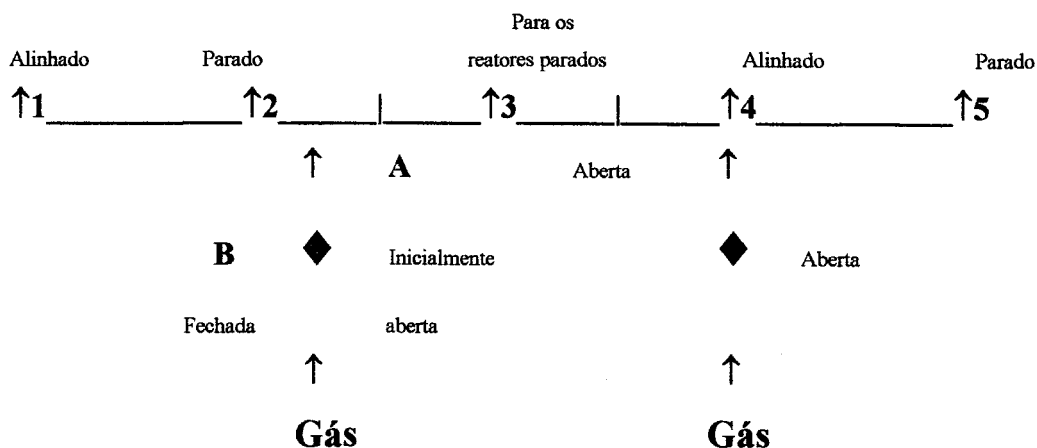
- A. Durante o treinamento, enfatizar que, no aparecimento de leituras anormais, não basta anota-las. Alguma ação deve ser iniciada. Foram eles alertados das providências a tomar?
- B. Nas planilhas, os limites devem ser assinalados em vermelho. Se alguma leitura exceder os limites, alguma ação é requerida.
- C. Mesmo quando a planta está parada, algumas medições, como níveis de tanques, devem prosseguir. Níveis de tanques são especialmente susceptíveis de flutuações, subindo ou descendo, às vezes mesmo quando deles não se esperam tais flutuações.

**EXEMPLO 2:** No turno da manhã, um operador percebeu que o nível de um tanque baixava mais rapidamente que o usual. Considerou que o indicador de nível estava com defeito e pediu que o instrumentista o verificasse. Este encontrou-o funcionando corretamente. O operador foi então verificar o sistema e encontrou vazamento em uma válvula. Com isso, dez toneladas de material foram perdidas.

**EXEMPLO 3:** Precisando de gasolina para limpeza, um homem decidiu sifoná-la do tanque de um veículo da empresa. Enfiou um tubo de borracha no tanque e, para encher o tubo e fazer o sifão, colocou-o no bocal de sucção de um aspirador industrial. A gasolina inflamou-se. Dois veículos foram destruídos e onze danificados. Isto ocorreu em filial de uma grande organização e não em uma pequena empresa.

#### **EXEMPLO 4: O FECHAMENTO DA VÁLVULA ERRADA CAUSOU EXPLOSÃO**

A figura abaixo exhibe uma área onde existiam cinco reatores em paralelo. Havia duas linhas de admissão de gás, que eram intercambiáveis. Os reatores também eram alimentados com oxigênio, mas essas linhas não são mostradas na figura. Na ocasião do acidente estavam operando os reatores número 1 e número 4.



Pensando que a válvula B estivesse aberta, o operador fechou a válvula A. Isso cortou a alimentação de gás ao reator número 1. O fluxo de oxigênio era regulado por controlador de vazão, o que tinha um erro de zeragem, de forma que um pequeno fluxo de oxigênio prosseguiu para o reator número 1. Verificado o engano, o operador restaurou o fluxo de gás para esse reator que agora tinha oxigênio em excesso e houve explosão, não exatamente no reator, mas à sua jusante, em uma caldeira de recuperação de calor. Quatro homens morreram.

Nesse caso temos uma situação na qual uma simples manobra errada do operador teve conseqüências desastrosas. Na realidade, a explosão não foi culpa do operador e sim do projeto deficiente e falta de equipamentos protetores. Não devemos jamais tolerar situações nas quais uma manobra errada de válvulas possa resultar na sobrepressurização de um vaso. Devemos instalar válvula de segurança. Da mesma forma, evitar que má operação acidental de uma válvula possa causar explosão ou reação descontrolada.

#### 9.4 EXEMPLOS DE ACIDENTES CAUSADOS POR ERROS EM PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO

Em todas as plantas de processo por mais simples que sejam, os operadores devem ter em mãos os procedimentos de operação para todas as etapas de fabricação, manutenção de equipamentos, situações de emergência como vazamentos de produtos químicos, limpeza de tubulações entupidas, manuseio de produtos tóxicos ou corrosivos, enfim, toda e qualquer operação envolvida com o processo produtivo. As

instruções de trabalho devem ser claras, de fácil entendimento. Devem ser usadas regularmente para o treinamento dos operadores novos e mais antigos.

**EXEMPLO 1:** Uma linha de 1 polegada contendo ácido sulfúrico entupiu. Foi removida da planta e fez-se uma tentativa de limpeza com água de uma mangueira. Resultou num jato de 5 m de altura de ácido no ar, ferindo um dos homens que trabalhava no local. Aqueles envolvidos ou não sabiam ou tinham esquecido de que grande quantidade de calor é gerada quando água e ácido sulfúrico se misturam.

**EXEMPLO 2:** Pediu-se a um supervisor de manutenção que desse uma olhada numa bomba de água de resfriamento operando com dificuldades. Ao olhar a máquina, ele decidiu que, para evitar qualquer dano, devia reduzir imediatamente sua velocidade.

Assim o fez, porém sem avisar de imediato ao turno de operação. A vazão de água de resfriamento caiu, perturbando o processo, desenvolvendo vazamento de produto em um resfriador de processo que ficou sem a vazão requerida de água de resfriamento.

**EXEMPLO 3:** Um carro-tanque, que transportava gás liquefeito de petróleo, foi lavado antes de ser enviado para reparos. Pediu-se análise da atmosfera do tanque ao pessoal de laboratório para verificar se algum hidrocarboneto ainda estava presente. O pessoal de laboratório analisava regularmente a atmosfera dentro dos carros-tanques de GLP para verificar a presença de oxigênio. Confundiram-se com isso, assumindo que a análise solicitada era para verificar a presença de oxigênio e comunicaram pelo telefone “nenhum detectado”. O operador assumiu então que nenhum hidrocarboneto havia sido detectado e enviou o carro-tanque para reparos.

Felizmente a garagem fazia sua própria checagem, o que mostrou GLP ainda presente no tanque – na verdade, acima de 1 tonelada. Para muitos propósitos de controle da planta, a transmissão de resultados por telefone é adequada. Porém, quando a análise é realizada por motivo de segurança, os resultados devem ser aceitos somente por escrito.

**EXEMPLO 4:** Grupos desenvolvem seus próprios atalhos. São úteis, mas podem levar a desentendimentos. Em uma nova unidade, o grupo de projeto teve de requisitar o

estoque inicial de materiais. Um dos membros do grupo, ao qual solicitou-se providenciar a compra de TEA, comprou tambores de tri-etil-amina. Havia trabalhado antes em uma planta onde tri-etil-amina era usada e denominada de TEA.

O gerente da nova unidade ordenou suprimento contínuo de tambores de tri-etanol-amina, o material realmente necessitado, e que era denominado de TEA na planta onde havia trabalhado previamente. A confusão só foi descoberta por um almoxarife que, notando que dois materiais diferentes, porém com mesmos nomes, foram entregues para a mesma unidade, perguntou se ambos eram realmente necessários.

## **9.5 ANÁLISE DE RISCOS DE PROCESSOS, CONCEITOS E TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS INDUSTRIAIS ( REFERÊNCIA 13 )**

A metodologia de identificação de Riscos de Processos Industriais visa a prevenção de e/ou proteção de potenciais de perdas materiais, humanas e para o meio ambiente que possam surgir na fase de projeto ou durante a vida útil de instalações industriais. Utilizando-se as técnicas desta metodologia é possível fortalecer os aspectos de segurança de processos industriais a um nível de risco aceitável para sociedade .

Os órgãos governamentais de meio ambiente estão exigindo a elaboração de estudos de análise de risco como requisito para que as indústrias obtenham as respectivas licenças de instalação ( LI ) e/ou de operação ( LO ) de suas novas instalações ou de ampliações e/ou modificações de seus processos industriais.

### **9.5.1 CONCEITOS**

Em toda metodologia de análise existem os principais conceitos adotados para o seu emprego. Afim de normalizar a terminologia em estudos de análise de risco, a seguir, apresentam-se esses conceitos, que são também recomendados pelo Manual de Análise de Risco da CETESB:

## **1. ACIDENTE**

É um evento que pode influir negativamente em qualquer um ou todos os fatores relacionados a seguir:

- Ser humano ( operadores, trabalhadores em geral, etc...);
- Meio ambiente;
- Equipamentos/construção ( investimento industrial);
- Aspecto tecnológico ( “ Know-how” );
- Imagem da empresa.

## **2. ANÁLISE DE RISCOS**

É um estudo de identificação, avaliação e recomendações aplicado para instalações industriais ou outras atividades que possam gerar riscos.

## **3. AVALIAÇÃO DE RISCOS**

É o estudo que utiliza técnicas experimentais e/ou modelos matemáticos com a finalidade de prever quantitativamente as frequências de ocorrências e as respectivas consequências do potencial de risco.

## **4. CENÁRIO**

É um conjunto de fatores ambientais, físicos, humanos e operacionais que compõe a situação no momento de um acidente.

## **5. CONFIABILIDADE**

É a habilidade que uma instalação industrial possui para poder produzir de modo planejado um produto, com uma qualidade específica, em um tempo determinado e de uma maneira eficiente e segura.

## **6. CONSEQÜÊNCIAS**

É a medida dos efeitos adversos do potencial de ocorrência de um acidente industrial.

## **7. DISPONIBILIDADE**

É o intervalo de tempo em que um dispositivo e/ou sistema permanece operacional e sem falhas.

## **8. EFEITO DOMINÓ**

É a consequência decorrente de uma sucessão de eventos indesejáveis que possam ocorrer após um evento inicial.

## **9. ERRO HUMANO**

É a falha na realização de uma tarefa conhecida, ou a realização de uma tarefa não autorizada que, possa resultar em danos em pessoas, meio ambiente, equipamentos, propriedade ou falha em operações programadas.

## **10. EXPLOSÃO**

É o fenômeno onde ocorre uma rápida e violenta liberação de energia.

## **11. EXPLOSÃO FÍSICA**

É um tipo de explosão com geração somente de efeitos físicos decorrentes da onda de choque.

## **12. “ FLASH FIRE”**

É a ignição extremamente rápida de uma nuvem de vapor inflamável onde a massa envolvida não é suficiente para a ocorrência de uma explosão, porém causando danos pela intensidade da radiação térmica emitida.

## **13. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA**

É o número de ocorrências de um evento indesejável por unidade de tempo ( número de ocorrências/ano )

## **14. GERENCIAMENTO DE RISCOS**

É uma coleção de recomendações de segurança, visando a minimização dos riscos encontrados no estudo de análise de risco, seu planejamento de implantação, responsabilidades e cronograma.

## **15. INDISPONIBILIDADE**

É a falta de disponibilidade operacional de um dispositivo ou sistema.

## **16. JATO DE FOGO ( “ JET FIRE” )**

É o incêndio resultante do fenômeno entre o vazamento de um gás inflamável e o seu encontro com uma fonte de ignição próxima ao ponto de liberação do gás.

## **17. PERIGO**

É o potencial de causar danos aquilo que os seres humanos valorizam.

## **18. PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA**

É um planejamento de procedimentos de emergência a serem implantadas por ocasião da ocorrência de uma emergência em uma instalação industrial.

## **19. PROBIT**

É um valor numérico obtido por uma transformação estatística da probabilidade, é muito sensível aos 50% e pouco sensível a 0% e 100%.

## **20. REDUNDÂNCIA**

É a função protetiva alcançada por dois ou mais dispositivos, sendo que cada um possui capacidade segura de proteção.

## **21. RISCO**

É a possibilidade ( probabilidade ) de que o perigo produza seus efeitos danosos no que os seres humanos valorizam. É função da probabilidade de ocorrência de um evento indesejado e dos seus respectivos danos.

## **22. RISCO INDIVIDUAL**

É a probabilidade anual que um indivíduo tem de morrer após a ocorrência de um acidente.

## **23. RISCO SOCIAL**

É o risco à população presente na zona de influencia de um acidente.

## **24. SEGURANÇA**

É a habilidade de se executar funções e/ou atividades sem ocorrência de acidentes.

## **25. TAXA DE FALHA**

É a possibilidade de ocorrência de uma falha em um determinado intervalo de tempo.

## **26. VULNERABILIDADE**

É a medida da extensão dos efeitos danosos aos seres humanos e materiais, decorrentes de incêndio, explosão e emissão tóxica ocorridos em instalações industriais.

### **9.5.2 ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS ( APP )**

A técnica APP ou Análise Preliminar de Perigos, permite inicialmente identificar e analisar em forma abrangente os potenciais de riscos que poderão estar presentes na instalação analisada. A técnica aplicada possui um formato padrão tabular, onde, para cada perigo identificado, são levantadas suas possíveis causas, efeitos potenciais, medidas de controle básicas para cada caso, a nível preventivo e/ou corretivo, tanto aquelas já existentes ou projetadas como aquelas a serem implantadas no estudo efetuado.

Finalmente, os perigos identificados pela APP são avaliados com relação a sua frequência de ocorrência, grau de severidade e nível de suas conseqüências considerando os potenciais danos resultantes à pessoas, equipamentos, edificações e a comunidade em geral.

As categorias de perigo foram adaptadas para instalações industriais convencionais, a partir da Norma Militar Americana MILSTD-882 B. As categorias de perigo originalmente definidas por essa norma norte americana, constam de tabelas e da matriz de risco que devem ser consideradas na categorização dos perigos identificados por essa técnica. Essa categorização tem como objetivo estabelecer uma priorização na implementação das recomendações de segurança na instalação industrial analisada.

Essas informações podem também ser utilizadas nas outras técnicas de identificação de perigos.

Os resultados da APP, estão apresentados em planilhas de análise. Essas planilhas são elaboradas de acordo com as definições relacionadas a seguir:

## **1. PERIGO**

Condição com potencial para causar determinado dano.

## **2. CAUSAS POSSÍVEIS**

Procedimentos ou condições que dão origem aos riscos.

## **3. CATEGORIAS DE FREQUÊNCIA**

Critério que estabelece o nível do valor da probabilidade de ocorrência da causa identificada e analisada.

## **4. CONSEQUÊNCIAS**

Degradação de origem humana e/ou material.

## **5. CATEGORIAS DE CONSEQUÊNCIA**

Critério que classifica o risco segundo quatro categorias consequências: desprezível, marginal, crítica e catastrófica.

## **6. MEDIDAS PREVENTIVAS/CORRETIVAS EXISTENTES**

Medidas gerais e específicas, a nível preventivo e/ou corretivo, já projetadas na instalação em estudo.

## **7. MEDIDAS PREVENTIVAS/CORRETIVAS A IMPLANTAR**

Recomendações de melhoria operacional e/ou de segurança, a serem ainda implementadas na instalação em estudo.

## **8. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE RISCO**

Critério de avaliação do potencial de risco encontrado com a aplicação da matriz de risco.

### **9.5.3 “ WHAT-IF” ( E – se )**

A técnica “ What-if” é um procedimento de revisão de riscos de processos que se desenvolve através de reuniões de questionamento de procedimentos, instalações, etc. de um processo, gerando também soluções para os problemas levantados. Seu principal objetivo é a identificação de potenciais de riscos que passaram despercebidos em outras fases do estudo de segurança.

O conceito é conduzir um exame sistemático de uma operação ou processo através de perguntas do tipo “ O que aconteceria se...”e, com isto, permitir a troca de idéias entre os participantes das reuniões, favorecendo e estimulando a reflexão e a associação dessas idéias.

A limitação da técnica se deve algumas vezes aquelas propostas de difícil condição de realização, quer na prática ou quer economicamente, porém, o julgamento da implementação de qualquer ação proposta deve ser o do consenso do grupo de análise. A equipe técnica é multidisciplinar, deve ser composta de técnicos experientes na operação submetida a essa análise e de um líder experiente na aplicação da técnica, obedecendo a um limite máximo de seis participantes.

As reuniões devem ser realizadas em dias alternados e com duração não superior a quatro horas. As questões devem ser anotadas e enumeradas em uma planilha de trabalho. Riscos, causas, conseqüências, ações existentes e recomendações de segurança correspondentes a essas questões também devem ser registradas nesta planilha.

Geralmente, o estudo procede desde as entradas do processo até as respectivas saídas. As questões de segurança também devem ser anotadas durante a análise. Após o registro das ações a serem tomadas, é efetuado uma avaliação dos potenciais de riscos identificados pela aplicação da técnica. A seguir, a implementação dessas ações é priorizada conforme a sua categoria de risco.

## **9.5.4 ANÁLISE DE PERIGOS E OPERACIONALIDADE ( HAZOP )**

A técnica denominada HAZOP favorece oportunidades de se desenvolver a imaginação dos componentes do grupo de trabalho, de modo a se estudar todas as possíveis maneiras de ocorrência de perigos e problemas operacionais. HAZOP é uma abreviação do nome inglês desta técnica, significando “Hazard and Operability Study”.

Os principais objetivos do HAZOP são identificar todos os desvios operacionais possíveis do processo e também identificar todos os perigos e/ou riscos associados a esses desvios operacionais. Essa ferramenta de análise de risco de processos é muito poderosa no sentido de minimizar ou até eliminar problemas operacionais que tendem geralmente a conduzir o operador a cometer um erro operacional que, muitas vezes poderá conduzir a um acidente industrial de graves proporções para a empresa.

No HAZOP se estuda as conseqüências da combinação de palavras-guia com as variáveis do processo, resultando no desvio a ser analisado e, finalmente, propõe-se recomendações de segurança. As principais palavras-guias são: ausência, mais, menos, etc., as variáveis, temperatura, pressão, vazão, etc. e os desvios, maior pressão, menor temperatura, etc.

O HAZOP é elaborado de acordo com as seguintes etapas: definição dos objetivos do estudo, seleção da equipe de trabalho, preparação para o estudo, realização das reuniões técnicas, acompanhamento das pendências, registro do estudo em planilhas próprias, elaboração e implementação das recomendações de segurança de processo sugeridas pelo HAZOP.

### **1. DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS**

Compreende a seleção de unidades de processo a serem estudadas e definição dos nós de processo para o estudo.

### **2. EQUIPE TÉCNICA**

A equipe será formada por técnicos que conheçam ou operem a unidade objeto do estudo. Para conduzir o HAZOP é necessário haver uma pessoa que lidere a condução da técnica.

### **3. PREPARAÇÃO**

Compreende a coleta de toda informação possível para a elaboração do HAZOP, inclusive documentos, manuais, desenhos, fluxogramas de processo e de engenharia.

### **4. REALIZAÇÃO**

O HAZOP é elaborado sobre um documento básico que é o fluxograma de engenharia utilizado. Neste fluxograma são marcados os nós relevantes para a execução do estudo.

### **5. ACOMPANHAMENTO DAS PENDÊNCIAS**

As pendências ou dúvidas ocorridas durante as reuniões de estudo deverão ser esclarecidas na própria reunião ou então, quando não houver tempo hábil, deverão ser solucionadas fora da reunião e o seu resultado apresentado na próxima reunião.

### **6. REGISTRO EM PLANILHAS**

Durante as reuniões tanto a condução da técnica como os seus resultados deverão ser registrados em planilhas técnicas especialmente preparadas para o HAZOP.

### **7. RESULTADOS**

Normalmente são apresentados na última coluna da planilha e, também relacionados a parte, com indicação do responsável para sua implementação, bem como o prazo para tal. Apesar da responsabilidade geral pelo estudo ser do gerente da instalação, a verificação de cada recomendação proposta pelo HAZOP é de responsabilidade do engenheiro de segurança da instalação.

### **9.5.5 AMFE ( Análise de Modos de Falhas e Efeitos )**

Essa técnica permite analisar o modo de falha, ou seja, como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimar as taxas de falha, determinar os efeitos que poderão advir e, conseqüentemente, estabelecer mudanças a serem realizadas para aumentar a probabilidade do sistema ou do equipamento em análise funcione realmente de maneira satisfatória e segura. Os principais objetivos são:

- Revisar os modos de falhas de componentes para garantir danos mínimos ao sistema;
- Determinar a probabilidade de falha com efeito crítico na operação do sistema;
- Apresentar medidas que promovam a redução dessas probabilidades, através do uso de componentes mais confiáveis, redundâncias, etc.
- A AMFE é geralmente efetuada de forma qualitativa. As conseqüências de falhas humanas no sistema em estudo não são consideradas, uma vez que poderão ser analisadas em análise de erro humano e em ergonomia. A quantificação da AMFE é utilizada para se estabelecer o nível de confiabilidade de um sistema ou subsistema.

Para se aplicar a AMFE é necessário se conhecer em detalhes e compreender a missão do sistema, suas restrições e seus limites de falha e sucesso. O sistema em análise pode ser dividido em subsistemas que possam ser controlados, a seguir traçam-se os diagramas de blocos funcionais do sistema e de cada subsistema, afim de determinar o seu inter-relacionamento e de seus componentes e preparam-se listas completas dos componentes de cada subsistema e suas funções e, finalmente, pela análise do projeto e diagrama se estabelecem os modos de falhas que poderiam afeta-los e suas respectivas gravidades, as taxas de falhas e se propõem medidas de segurança. As taxas de falhas podem ser classificadas nos seguintes grupos: prováveis, razoavelmente provável, remota e extremamente remota.

A estimativa das taxas de falhas é obtida em banco de dados de confiabilidade desenvolvidos em testes realizados por fabricantes de componentes ou pela comparação com sistemas semelhantes.

Os modos de falhas a serem considerados são: operação prematura, falhas em operar e cessar operação no momento devido e falha durante a operação. Frequentemente existem vários modos de falha para um único componente. Qualquer uma delas poderá ou não gerar acidentes. Cabe ao grupo em análise determinar quais dessas falhas são importantes para a segurança do sistema e analisá-las separadamente. A AMFE é uma técnica muito eficiente quando aplicada para sistemas simples ou em falhas simples. Para sistemas mais complicados recomenda-se a aplicação da análise da árvore de falhas.

### **9.5.6 ÍNDICES DOW E MOND**

Os índices DOW e MOND foram respectivamente desenvolvidos pelas empresas americanas DOW CHEMICAL e ICI inglesa ( divisão MOND ) para avaliar os potenciais de incêndio, explosão e toxicidade em instalações industriais. O índice DOW foi considerado como uma das técnicas mais importantes para a avaliação de riscos industriais de instalações existentes e recomendado pelo “American Institute of Chemical Engineering, sob a forma de um manual técnico CEP.

O índice DOW é muito utilizado por companhias de seguro industrial contra incêndios, pois, é um método direcionado para estimar o potencial de fogo de instalações industriais ou não.

A divisão MOND da empresa ICI percebeu em 1979 que o índice DOW tinha uma importância muito grande na avaliação de potenciais de riscos em etapas iniciais de empreendimentos industriais.

Dessa forma desenvolveu o que chamou de índice MOND como um avanço do DOW e com possibilidade de ser utilizado também em instalações industriais existentes. Os principais avanços tecnológicos do índice MOND sobre o DOW foram: facilitar o estudo de várias instalações de estocagem e processamento, abranger o processamento de produtos com propriedades explosivas, avaliar a toxicidade de produtos químicos e aplicar fatores fixos de penalidade para aspectos deficientes em segurança e fatores fixos de bonificação para aqueles aspectos considerados seguros no empreendimento.

Ambos os métodos possuem o formato de um “check list” e os fatores fixos a serem aplicados conforme o caso, ao final da aplicação do método, alcança-se um determinado valor que é comparado a uma tabela de risco. A partir da localização do valor nessa tabela se conclui pelos níveis de distanciamento entre equipamentos e/ou unidades industriais.

O índice MOND é muito útil para se realizar implantações físicas, “layouts” de instalações industriais.

No próximo item são relacionados os documentos importantes para que se obtenha sucesso na aplicação das técnicas de identificação de riscos descritas.

### **9.5.7 DOCUMENTOS UTILIZADOS**

Na elaboração das técnicas de identificação de riscos recomenda-se a consulta dos seguintes documentos técnicos: descrições de processo, fluxograma de processo e/ou de engenharia atualizados, dados dos produtos químicos utilizados, especificações técnicas, implantações físicas das instalações e manuais ou procedimentos operacionais e/ou de manutenção. Esses documentos devem sempre representar a última versão da instalação em estudo, portanto, são considerados sendo como a fotografia da instalação em estudo.

## **9.6 SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS QUÍMICOS**

Desconheço uma indústria de processo que não possua um laboratório de controle de qualidade e desenvolvimento de produtos. É comum em qualquer laboratório, o manuseio de produtos químicos, corrosivos e tóxicos, assim como o uso de aquecedores de bancada a gás ou elétricos, equipamentos de precisão de alto custo, computadores e vidrarias, normalmente usados nas análises de controle de qualidade do processo e desenvolvimento de novos produtos.

É importante que exista um responsável técnico pelo laboratório, o qual deve manter o ambiente limpo, exigir a utilização dos EPI's mínimos como óculos de segurança, luvas e uniforme. Devemos ter em mãos produtos para primeiros socorros e para queimaduras. Devemos descartar vidraria trincada, evitando-se acidentes como cortes e queimaduras.

Deve-se procurar manter o máximo de atenção quando trabalhando em laboratório, principalmente quando necessitamos fazer operações de aquecimento, ou manuseio de produtos químicos.

É importante que exista extintor de incêndio no laboratório, chuveiro, lava olhos, assim como uma capela para a eliminação de gases tóxicos.

Em nenhum momento devemos permitir que pessoas não abilitadas possam trabalhar em laboratório, pondo em risco o funcionário, como também os equipamentos utilizados e a própria segurança do processo, o qual poderá estar recebendo informações erradas do laboratório de controle de qualidade. Mesmo pessoas abilitadas devem ter em mãos as instruções de trabalho necessárias referentes à todas as análises de controle realizadas na fábrica, como também as fichas de segurança e os fornecedores de todos os produtos químicos usados tanto em laboratório como no chão da fábrica.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho inicialmente buscou identificar e descrever sobre alguns detalhes técnicos, operacionais, estratégicos e humanos, quanto à operação, manutenção e instalação de uma indústria de processos. O objetivo deste foi informar ao leitor, possível empreendedor na área, detalhes muitas vezes esquecidos na fase de projeto e instalação. É importante o estudo inicial do mercado consumidor, o conhecimento do produto a ser fabricado, procurar eliminar qualquer dúvida com relação à produção.

Nos capítulos anteriores foi possível o prévio esclarecimento de assuntos como estudo de mercado, projeto, meio ambiente e segurança. Todas as dúvidas em relação a estes assuntos devem ser previamente esclarecidas, antes de se decidir sobre a montagem da fábrica. A intenção é evitar surpresas desagradáveis, como transtornos operacionais, acidentes, prejuízos e multas.

É importante citar que este trabalho não tem a pretensão de propor soluções definitivas para os problemas advindos da instalação e operação de uma indústria de processos. O objetivo maior é informar e comentar detalhes importantes em todas as fases da instalação e operação de um indústria química e de processos.

## 11. REFERÊNCIAS

1. MONTGOMERY, C.; PORTER M. E. **Estratégia: A busca da Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
2. A.S.Q.C. **Garantia de Qualidade para Indústrias Químicas e de Processo. Um Manual de Boas Práticas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
3. A.B.E.Q. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, vol 17, Outubro de 1997.
4. SOUZA, A.; CLEMENTE A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 1999.
5. HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 1992.
6. **Guia Gerencial para Decisões de Investimento**. Apostila Petrobrás.
7. **Revista Química e Derivados**. Fevereiro de 2000.
8. **Em Busca de Um Modelo Brasileiro de Gestão da Produção**. Apostila do Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade.
9. **Poluição Hídrica**. Apostila da Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná.
10. **Revista Química e Derivados**. Dezembro/Janeiro de 2001.
11. TORREIRA, R.P. **Manual de Segurança Industrial**. Margus Publicações, 1999.
12. KLETZ T.A. **O Que Houve de Errado? Casos de Desastres em Indústrias Químicas, Petroquímicas e Refinarias**. São Paulo: Makron Books, 1993.
13. A.B.E.Q. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, vol 19, Janeiro/Fevereiro de 2000.