

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS
Mestrado em Qualidade

INTRODUÇÃO DO PENSAMENTO ESTATÍSTICO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO

Jorge Luiz de Arruda Fialho

ORIENTADOR : Prof. Dr. Ademir José Petenate

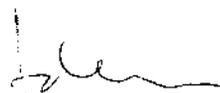
Dissertação apresentada ao Instituto de
Matemática Estatística e Computação
Científica, Universidade Estadual de
Campinas "Zeferino Vaz", como parte
dos créditos para a obtenção do título de
Mestre em Qualidade.

CAMPINAS - 1998

INTRODUÇÃO DO PENSAMENTO ESTATÍSTICO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação devidamente corrigida e defendida por Jorge Luiz de Arruda Fialho e aprovada pela comissão julgadora.

Campinas, 05 de Dezembro de 1998

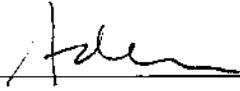


*Prof. Dr. Ademir José
Petenate
Orientador*

Dissertação apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE em Qualidade.

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 05 de dezembro de 1998

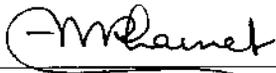
pela Banca Examinadora composta pelos Profs. Drs.



Prof (a). Dr (a). ADEMIR JOSÉ PETENATE



Prof (a). Dr (a). BELMER GARCIA NEGRILLO



Prof (a). Dr (a). EUGÊNIA MARIA REGINATO CHARNET

"O Mundo está repleto de dados. Entretanto, entre todos eles encontra-se muito pouca informação"

Dedicatória e Agradecimentos:

A todos aqueles sem cuja ajuda não chegaria até este ponto, são tantos que se torna impossível nomeá-los sem o risco de injustiças, porém, em especial dedico este trabalho à minha esposa, Gloria, companheira fiel de todos estes anos e a nossos filhos, Marcio e Tatiana, razão ultima de tudo que fazemos nesta terra.

A todos os colegas e amigos que me estimularam e orientaram, assim como àqueles que se dispuseram a corrigir e indicar os erros cometidos no caminho.

Aos componentes da comissão e da banca julgadora desta dissertação:

Prof. Dr. Ademir José Petenate - Orientador e presidente
Prof.^a. Dra Eugênia Maria Reginato Charnet - IMECC-UNICAMP
Prof. Dr. Belmer Garcia Negrillo - IMECC-UNICAMP

Sumário

Lista de Figuras e Tabelas.....	V
Lista das Siglas.....	VI
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 - INTRODUÇÃO:	1
1.1 - O Controle Estatístico para Processos Contínuos.....	2
1.2 - Proposta de Trabalho:.....	3
1.2.1 - Objetivo:.....	3
1.2.2 - Metodologia:.....	3
1.2.3 - Resultados esperados:.....	4
2. PROCESSOS DE MUDANÇA EM UMA ORGANIZAÇÃO	5
2.1 - A resistência à mudança.....	5
2.2 - Processo de criação/alteração de uma cultura organizacional.....	6
2.3 - Cultura Organizacional, fatores facilitadores e inibidores	7
3. O PENSAMENTO ESTATÍSTICO	8
3.1 - O pensamento estatístico como base para qualidade.....	8
3.2 - Por que Controle Estatístico de Processos?	9
3.2.1 - Variabilidade, causas comuns e especiais:.....	10
3.2.2 - Trabalho com fatos e dados.....	13
3.2.3 - Poucos vitais.	13
3.2.4 - Estabilização de processos.	14
3.2.5 - "Tampering."	14
3.2.6 - Estabelecimento de objetivos.	14
3.2.7 - Metodologias estatísticas adotadas nos processos de qualidade	15
3.2.8 - Um ambiente adequado para "vingar".	17
3.3 - CEP para processos contínuos:.....	18
4. DESENVOLVENDO O ESTUDO	23
4.1 - Perfil da Empresa	23
4.1.1 - Ambiência na Organização.....	23
4.1.2 - Histórico.....	26
4.1.3 - O Método Deming na PETROBRÁS - REVAP	27
4.1.3 - O enfoque Cultural, segundo modelo de Schein.	36
4.2 - Análise do processo (Engenharia).....	43
4.3 - Proposta de implantação de controle estatístico	48
4.3.1 - Descrição inicial:	48
4.3.2 - Programa ISO 9002:.....	50
4.3.3 - Verificação da eficácia do controle estatístico.....	50
4.3.4 - O que deve abranger o controle estatístico	51
4.3.5 - Processo de definição de itens do controle estatístico na REVAP:	51
4.3.6 - A operacionalização do controle estatístico - normas gerais (NG's).....	52
5 - Análise e conclusão.....	53
Ref. bibliográficas:	55
Anexo 1: Água de resfriamento - TR-51501-REVAP	56
Anexo 2: Resumo das Normas relacionadas à Estatística na REVAP.....	66
Anexo 3: SEDEP - Ponto de Congelamento do QAV-1 - diário de bordo.....	68
Anexo 4: Teste de monitoração de dados de processo contínuo com gráfico EWMA.....	69

Lista de Figuras e Tabelas

Figura A - A variabilidade na criação da cultura	6
Figura B - Gráfico de Ishikawa - Causas comuns.....	11
Figura C - Exemplo de processo com apenas causas comuns atuando.....	11
Figura D - Variação ou desvio resultante de uma causa especial	12
Figura E - Exemplo de processos com causas especiais de variação	12
Figura F - Organograma do CEP.....	15
Figura G - Metodologia de análise e solução de problemas	17
Figura H - Para florescer o CEP	17
Figura I - Representação esquemática do processo	46
Figura J - Atuação da Engenharia de processo	47
Figura K - O que é o poder	53
Figura L - Relação entre PDCA, rotina e melhorias	56
Figura M - Problemas de corrosão em A.R.....	59
Figura N - Fluxograma de implantação do CEP	67

Lista das Siglas

ASEMA	<i>Assessoria do Meio Ambiente da REVAP</i>
CCQ	<i>Círculos de Controle de Qualidade</i>
CEP	<i>Controle Estatístico de Processos</i>
CNP	<i>Conselho Nacional do Petróleo</i>
CUSUM	<i>Cumulative sum</i>
DIPRO	<i>Divisão de Produção da REVAP</i>
DNC	<i>Departamento Nacional de Combustíveis</i>
EWMA	<i>Exponentially Weighted Moving Average</i>
GLP	<i>Gás Liqüefeito de Petróleo</i>
GQT	<i>Gestão Pela Qualidade Total</i>
MASP	<i>Metodologia de Análise e Solução de Problemas</i>
MTBE	<i>Metil Tercio Butil Etil</i>
NG	<i>Normas Gerais da REVAP</i>
PDCA	<i>Ciclo Deming (Planejar/Fazer/Checkar/Analisar)</i>
PETROBRÁS	<i>Petróleo Brasileiro SA</i>
PNQ	<i>Prêmio Nacional de Qualidade</i>
QFD	<i>Quality function deployment</i>
REDUC	<i>Refinaria Duque de Caxias - Rio</i>
REPLAN	<i>Refinaria do Planalto - Campinas</i>
REVAP	<i>Refinaria Henrique Lage - (do Vale do Paraíba)</i>
SDCD	<i>Sistema Digital de Controle Distribuído</i>
SEAPRO	<i>Setor de Análises de Processo da REVAP</i>
SEDEP	<i>Setor de Desenvolvimento de Produtos da REVAP</i>
SEDHID	<i>Setor de Destilação e Hidrotratamento da REVAP</i>
SESCRA	<i>Setor de Desasfaltação e Craqueamento da REVAP</i>
SETEQ	<i>Setor de Equipamentos da REVAP</i>
SETUT	<i>Setor de Utilidades da REVAP</i>
STD	<i>Sólidos Totais Dissolvidos</i>

RESUMO

Este trabalho visa relatar algumas das etapas iniciais do processo de implantação do Controle Estatístico de Processo (CEP) na Refinaria Henrique Lage (REVAP) de São José dos Campos, SP e descrever as dificuldades inerentes a este processo de mudança cultural, em uma empresa de grande porte.

Inicialmente são descritas algumas características culturais da equipe que controla o processo produtivo da Refinaria, visando esclarecer o impacto dessas no propósito de introduzir o Controle Estatístico de Processos no dia a dia da operação.

O Trabalho consta também de capítulos teóricos que fundamentam e explanam todo o processo. Como resultado, hoje podemos dizer que o CEP encontra-se efetivamente implantado em alguns setores da REVAP, como o SEPROD (Setor de Produtos) e, em maior ou menor grau, em todos os setores envolvidos com os produtos que obtiveram o certificado ISO 9002, como o SESCRA (Craqueamento Catalítico) e SEDHID (Destilação e Hidrotratamento).

Não pretendemos um produto acabado, nem mesmo dizer que se teve sucesso total neste objetivo, porém enfatizar alguns pontos que entendemos importantes e relacionados à busca de um posicionamento ainda mais competitivo, através da qualidade dos produtos e processos, em uma refinaria.

ABSTRACT

The objective of this work is to report SPC implantation first stages in Henrique Lage Refinery (REVAP), a PETROBRÁS unit located in São José dos Campos. It is also intended to describe the inherent difficulties of a cultural change process.

We start presenting some cultural characteristics of the group that controls the production processes in the oil refinery, aiming to clarify the impact of these cultural characteristics in the objective of introducing SPC into the Operational Group routine.

As a result, SPC is effectively implemented in some sections of REVAP, like SEPROD (Product development and analysis section) and, in higher or lower degree, in all sections that acquired ISO 9002 certificate, like SESCRA (catalytic cracking section) and SEDHID (distillation and hydrotreating section).

This is not a finished work and it wasn't our intention. We really intended to get the focus in what we consider some important points, that counts in reaching a more competitive position throughout higher processes and product quality in that Oil Refinery.

1 - INTRODUÇÃO:

Em uma refinaria de petróleo, os processos produtivos fundamentais são basicamente processos de natureza físico-química e de característica contínua, diferenciando-se portanto de processos de manufatura ou batelada. Além disto, trata-se de uma planta que utiliza pouca mão de obra e pode ser caracterizada como "capital intensivo".

Isto posto, o objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um estudo que indique os benefícios decorrentes do uso do pensamento estatístico, em indústrias de processo contínuo, especificamente refinarias de petróleo enfocando as dificuldades de sua introdução no dia a dia do operador.

Os benefícios esperados do uso do CEP são: uma redução nos custos de operação e melhoria contínua nos processos que envolvem a organização REVAP, a partir do estabelecimento de uma mentalidade decisória baseada em fatos e dados, em todos os níveis, como também aumentar o respeito e confiança entre as pessoas que trabalham juntas na REVAP, na medida que clarifica o entendimento sobre a variabilidade dos processos, contribuindo, portanto para a melhoria da qualidade e dos resultados obtidos.

Tendo em vista este aspecto promissor, cabe a pergunta do por que ainda não se utiliza o CEP em todas as unidades da REVAP, sendo que neste ponto, a resposta é procurada em elementos de Cultura Organizacional da REVAP, enfatizando mais uma vez não se ter qualquer pretensão de um estudo acabado. Entretanto serão abordadas as dificuldades decorrentes de se estar dentro de um grupo e se pretender uma visão externa.

Procuramos ainda, no transcorrer do estudo e na medida do possível, estabelecer uma correlação entre o que víamos e as teorias de qualidade proveniente dos grandes mestres como Deming e Juran.

Como observação final, todos os exemplos utilizados, bem como conclusões e comentários, tem o objetivo único de facilitar o entendimento do assunto, não evidenciando, em hipótese alguma, qualquer crítica a situações e/ou pessoas. Assim como todas as opiniões expressadas são de exclusiva responsabilidade do autor, não representando, portanto, quaisquer posicionamentos ou declarações que possam ser imputadas à empresa onde trabalha.

1.1 - O Controle Estatístico para Processos Contínuos

Quando se diz que técnicas de controle estatístico de processo, que têm sido largamente usadas na indústria manufatureira, são geralmente inadequadas para uso ou não funcionam em processos de fluxo contínuo, temos uma falácia largamente aceita, visto ser difícil de se comprovar o contrário para aqueles que não dispõem de um conhecimento adequado das ferramentas estatísticas e de seu uso na indústria; infelizmente é este o perfil de uma boa proporção de nossos gerentes e pessoas em nível decisório.

Se adicionarmos a resistência natural do ser humano às mudanças, temos os dois fatores principais que explicam porque esta metodologia de trabalho não tem sido aplicada ou tentada de maneira persistente na REVAP, em suas unidades industriais.

Segundo A. E. Francis e John M. Gerwels [19] o uso do pensamento estatístico na administração dos negócios pode eliminar gastos e planejamentos a curto prazo (muitos incêndios podem ser evitados, eliminando-se a necessidade do bombeiro), sendo que aqui se propõe a troca da palavra negócios por processos, trazendo esta idéia para um significado mais amplo.

Apenas como exemplo, citamos o ocorrido na REVAP (Anexo 1), com o tratamento do Sistema de Água de Resfriamento, onde sem troca do tipo de produto químico utilizado, tivemos de julho/85 a out./90 (63 meses) resultados excelentes, seguidos de um período de piora (21 meses) até se chegar ao final de 1992 com o sistema deteriorado, implicando em custos vultosos de troca de feixes de permutadores, perdas de água e produtos químicos que elevaram o custo do tratamento a aproximadamente US\$ 30.000/mês, contra valores em torno de US\$ 10.000/mês no período anterior e até US\$ 5.000/mês durante 1994, quando foi usado outro tipo de tratamento.

Evidentemente que a posteriori é muito fácil descobrir que foi a falta disto ou daquilo a causa dos problemas, porém lembramos que o objetivo do enfoque estatístico de controle é visualizar com antecipação tendências de outra forma ocultas pela variabilidade natural dos processos. Assim, pode-se assumir que, caso existisse um acompanhamento estatístico adequado, a probabilidade de detecção antecipada evitaria ou amenizaria os problemas.

A partir destas reflexões e do estudo da metodologia do Controle Estatístico do Processo surgiu a idéia de se introduzir o CEP nos métodos de trabalho e no dia a dia da REVAP.

1.2 - Proposta de Trabalho:

A proposta do trabalho foi, portanto, buscar uma forma adequada que harmonizasse os aspectos comportamentais, lógicos e físicos de introduzir a aplicação de Controle Estatístico na REVAP, evitando a armadilha de ser mais um programa (Vide figura "Para florescer o CEP - fig.H").

Com aspecto comportamental queremos dizer a necessidade natural do ser humano de se sentir parte de uma equipe (fator emoção) e ter orgulho dos resultados de seu trabalho. Com aspectos lógicos e físicos, entendemos a disponibilidade de softwares de tratamento de dados da planta industrial "on line" e em rede, conjugados a um tratamento científico (estatístico) adequado ao tipo de processo, suportados pela verificação da necessidade real de aplicação destes métodos.

A proposta pretendia ainda relacionar os impactos resultantes dos aspectos culturais da REVAP que fossem facilitadores e/ou inibidores do processo de implantação da metodologia.

1.2.1 - Objetivo:

O objetivo principal foi o de analisar o processo de implantação e utilização de métodos estatísticos de controle de qualidade nos processos da Divisão de Produção da REVAP. Posteriormente, haveria a possibilidade de disseminar estes métodos nos demais processos industriais da Refinaria.

1.2.2 - Metodologia:

A metodologia deveria partir do estudo de caso da planta da REVAP, ser baseada no conhecimento da cultura organizacional do ambiente de trabalho e apoiada pelas teorias que tratam do ciclo de vida das organizações e dos seus processos de mudanças. Além disto, estudar e definir a implantação de um sistema de controle de qualidade, baseado no, ou que utilizasse o controle estatístico de dados de processos contínuos, deveria ser parte integrante do contexto, resultando na seguinte seqüência de ações:

1. Propor uma metodologia de definição dos parâmetros a serem tratados por este controle, prevendo envolvimento dos responsáveis na área industrial.
2. Definir os parâmetros iniciais a serem tratados e introduzir operacionalmente o CEP, inicialmente numa pequena escala.
3. Acompanhar por algum tempo o processo de implantação e os resultados obtidos.
4. Aprender com a experiência.
5. Estender o processo conforme o aprendizado e a partir de ganhos verificados.
6. Treinar e retreinar o pessoal, conforme necessidades que fossem se tornando visíveis.

1.2.3 - Resultados esperados:

a) Formação de uma mentalidade estatística entre o pessoal da operação e fixação do processo de tomada de decisões de nível operacional, baseado em fatos e dados, aspecto fundamental em qualquer empresa que tenciona trabalhar dentro dos princípios de qualidade total.

b) Sistematização dos conhecimentos estatísticos aplicados na área de qualidade e o seu uso no dia a dia, aproveitando melhor os dados de processo disponíveis.

c) Fortalecimento do sentimento de orgulho e prazer de dominar totalmente os processos pelos quais a pessoa é responsável, a partir do entendimento prático dos conceitos de variabilidade e do poder de atuação decorrente deste conhecimento.

2. PROCESSOS DE MUDANÇA EM UMA ORGANIZAÇÃO

2.1 - A resistência à mudança.

Em qualquer organização, existe um certo grau de inércia, normalmente associado com a implementação de mudanças, principalmente quando os resultados percebidos até o momento são considerados bons.

Neste item, aplica-se especialmente a formulação desenvolvida por Gleicher/Little,

ou seja:
$$VM = \frac{IA * CF * SPP}{R}$$
, onde VM = Velocidade da mudança, diretamente proporcional ao Inconveniente percebido da situação atual (IA), à conveniência de uma situação futura (CF) e ao sucesso dos primeiros passos (SPP) e inversamente proporcional ao risco inerente ao processo de mudança (R). Esta formulação, assim como estes fatores, foi bem explanada no trabalho de Lemos, N. A. [6].

Isto é especialmente verdade em uma situação onde a mudança tem de ocorrer visando obter ganhos competitivos (como menores custos, maior qualidade de vida no ambiente de trabalho) dentro de uma organização que tem (ou tinha) características que dificultam a visão da necessidade destes atributos, tais como:

- a) monopólio no setor em que atua;
- b) longo histórico de estabilidade de emprego e
- c) um sentimento de orgulho do tipo “nós somos bons”, por consequência, “se o que fiz até hoje é o certo, produz resultados, por que fazer algo diferente do que faço habitualmente?”.

Isso implica dizer que o inconveniente da situação atual nem sequer é percebido e a conveniência da situação futura também não. Como resultado, o risco da mudança, por menor que seja, já desequilibra a equação, restando como único fator possível de atuar o sucesso dos primeiros passos, que dificilmente virá, uma vez que o grupo fica refratário a iniciá-los. Isso ocorre principalmente quando é o tipo de mudança que não se conclui nunca, como algo indefinível que é chamado pela chefia de melhoria contínua, algo que necessita de persistência de propósitos ao longo de tempo, muito esforço, suor e riscos de não dar certo; e aqui sempre existirão os exemplos e casos negativos, lembrados à saciedade por todos e para todos.

Como também, quando é um tipo de mudança que implica em alterarmos nossa maneira normal de pensar e agir no dia a dia, a nossa cultura, a maneira de se ver o mundo; e para complicar, os ganhos que se têm normalmente são muito difíceis de se perceber e quantificar ao longo do processo e portanto são questionáveis a todo tempo, inclusive pela própria ge-

rência. Observe-se, então, que este tipo de pensamento nada mais é que a parte visível da cultura do grupo, na qual se inclui a gerência.

2.2 - Processo de criação/alteração de uma cultura organizacional

Quando analisamos uma cultura organizacional (e cultura, na real acepção do termo, é aquilo em que as pessoas acreditam e praticam), na realidade o que estamos tentando fazer é encontrar e/ou decifrar as verdades básicas compartilhadas pelos componentes da organização. E quem forma a cultura de determinada organização?

Para nós de uma maneira intuitiva um líder, assim chamado para diferenciá-la da Gerência e/ou administração, além do meio ambiente, também teria a capacidade de criar, alterar ou destruir culturas.

Aqui parece conveniente, para se falar a mesma linguagem, definir o que entendemos por cultura:

Cultura, conforme definido por Schein [1], seria o padrão de pressupostos básicos compartilhados, que um grupo desenvolveu, ao resolver seus problemas de adaptação externa e integração interna, que funcionaram suficientemente bem para serem considerados válidos e, portanto, para serem ensinados aos novos membros como a maneira correta de perceber, pensar e sentir em relação a esses problemas.

Cultura, portanto, implica em algum tipo de estabilidade no grupo, na medida em que fornece pontos de integração e coerência que atendam à necessidade humana de estabilidade, consistência e significado.

Por outro lado, conforme a própria definição já diz, este padrão de pressupostos é normalmente desenvolvido por pressão de demanda do meio ambiente, ou seja, quando algum problema (ou ameaça externa ou interna à própria sobrevivência do grupo ou aos seus objetivos maiores) ao ser satisfatoriamente resolvido ou contornado, cria um modelo de reação que prova ser funcional, permitindo previsões adequadas que ao se confirmarem pelos repetidos experimentos, possibilitam o surgimento da crença ou cultura de que o modelo é a própria realidade.

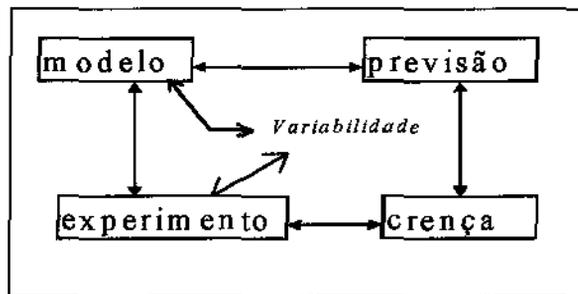


Figura A - A variabilidade na criação da cultura

Porém, o ambiente externo/interno não permanece o mesmo para sempre, aliás, a única coisa que aparentemente não muda é o fato de que sempre existem mudanças devido à

ação da variabilidade, sobre a qual falaremos um pouco mais no capítulo sobre o Pensamento Estatístico. E é a variabilidade que provocará, com resultados de experimentos que contrariem a previsão do modelo já referido, a *oportunidade de atuação* de um agente que queira induzir uma mudança cultural, segundo a lógica deste modelo.

2.3 - Cultura Organizacional, fatores facilitadores e inibidores

Uma outra forma de abordagem, que talvez traga maiores facilidades de entendimento de uma ocorrência relacionada à cultura organizacional, seria o levantamento dos fatores facilitadores e inibidores com relação à introdução do uso de uma determinada ferramenta e/ou processo de trabalho.

A idéia básica é que para cada ferramenta existe uma série de pressupostos, de nível cultural, que são básicos e válidos no meio para o qual foi projetada; assim, por exemplo, o QFD seria válido no contexto "produto" e ao meio cultural onde se desenvolveu e teve aceitação, no caso, o americano. Desta forma, caso identifiquemos a cultura organizacional do grupo onde pretendemos introduzir a ferramenta, e se correlacionarmos esta cultura com os fatores relacionados à ferramenta, teremos uma razoável idéia da factibilidade da proposta.

Neste trabalho tentaremos levantar estes dados e visualizar os fatores facilitadores e inibidores existentes no grupo da REVAP, correlacionando-os com a ferramenta CEP (Controle Estatístico de Processo), a ser introduzida no grupo da DIPRO (Divisão de Produção).

3. O PENSAMENTO ESTATÍSTICO

A melhor prova de que há valor naquilo que você está fornecendo é o fato dos clientes comprarem, dizem todos os livros que tratam do assunto vendas; assim, não devemos nos limitar a ouvir o que eles dizem, especialmente se são elogios, mas devemos observar o que fazem. Supor quais devem ser as necessidades dos clientes, para depois ficar desapontado porque eles não as têm, parece ser algo arriscado. Apenas imaginar estas necessidades e tentar satisfazê-las até conseguir com um consumo mínimo de energia inicial é um posicionamento mais prudente, mais compensador e que representa a idéia do PDCA.

Assim sendo, a idéia com que estamos trabalhando é que o pensamento estatístico é uma necessidade em um processo produtivo de uma refinaria de petróleo porque, em primeiro lugar, é uma base para o trabalho com qualidade e como consequência de sua implementação no controle do processo produtivo ocorrerão ganhos com a redução de resserviços, ou retratamentos/reprocessamento de produtos com não conformidades de especificação, reduzindo custos e levando a refinaria a uma posição de maior competitividade.

3.1 - O pensamento estatístico como base para qualidade

Com a ajuda de Deming e Juran, no início da década de 50, iniciou-se no Japão, uma das mais bem sucedidas experiências de introdução de métodos estatísticos, associados a uma modalidade de gestão empresarial (em parte derivada da cultura do povo japonês) que privilegia a efetiva participação e satisfação das pessoas.

Tendo em vista este fato, é conveniente, para se falar uma mesma linguagem, uma conceituação simples para *pensamento estatístico*, como vem sendo considerado por praticamente todos os grandes mestres da atualidade e como, aparentemente, foi praticado pelo povo japonês.

A base do pensamento estatístico, compartilhada pelos grandes mestres da qualidade de nossa época, como Walter Shewhart, W. Edwards Deming, Ellis Ott [18], só para mencionar alguns, considera que todo trabalho consiste de uma série de processos interligados, que todos os processos são variáveis e que a redução da variabilidade proporciona oportunidades de melhoria.

Tecendo algumas considerações a respeito, podemos ver que este tipo de abordagem não necessita de maneira alguma de grandes conhecimentos de **Estatística**, coisa que realmente, como diz de forma jocosa o artigo supracitado, mete medo em muita gente, porém, por outro lado, leva à necessidade de um entendimento arraigado de que é necessário se medir e analisar a

variabilidade do processo, sem o que não temos base para aproveitar a oportunidade de melhoria citada.

O que realmente é necessário conhecer então, para se fazer isto?

Para se responder à pergunta, devemos nos reportar a Deming, que cita como fundamental um conhecimento, *nem que seja rudimentar*, de princípios estatísticos como a variabilidade (isto é, todos os processos são variáveis e esta variabilidade aparece nos produtos resultantes) e da teoria dos sistemas (ou seja, todo trabalho é representado por uma série de processos interligados), aplicados aos processos que são fundamentais ou estão ligados ao foco dos negócios da empresa.

A teoria dos sistemas não faz parte do escopo deste estudo, o foco será nos métodos estatísticos, ficando a teoria dos sistemas apenas como lembrança, de forma a não induzir ninguém a pensar que a Estatística faz milagres ou que resolve tudo sozinha.

Cabe lembrar que a Estatística é um conjunto de métodos desenvolvido a partir de um modelo que explica a variabilidade e é útil para certos aspectos da realidade, mas que por isto mesmo (por ser um modelo), jamais pode se arvorar como a verdade ou o remédio absoluto para os males da organização, engano que freqüentemente leva a profundos desapontamentos e a conclusões equivocadas sobre a validade de sua aplicação.

3.2 – Por que Controle Estatístico de Processos?

Embora a Estatística não se aplique a todos os problemas de uma organização, toda a literatura pesquisada e, além dela, alguns exemplos da vida próxima a nós são concordes em que os métodos do Controle Estatístico do processo podem fornecer significativos retornos, principalmente monetários, para aquelas companhias que podem e conseguem implementá-los com sucesso.

Isto se explica porque Controle Estatístico de Processos (CEP), muito mais que uma coleção de ferramentas de resolução de problemas baseadas na Estatística, é uma forma de se trabalhar baseada em conceitos claros e definidos que compõem o pensamento estatístico, metodologias ou ferramentas estatísticas adotadas na grande maioria dos processos de qualidade e um ambiente adequado para “vingar”.

O primeiro destes conceitos é a **compreensão da variabilidade**, como algo natural e inerente a todos os tipos de processos, criados pelo homem ou não, inevitável e, mais do que isto, necessária para a evolução e ordem das coisas no Universo.

Com efeito, sem a variabilidade dificilmente se concebe a evolução e mesmo no nosso dia a dia podemos dizer, ainda que erroneamente, que só não muda o que está morto.

3.2.1 - Variabilidade, causas comuns e especiais:

Variabilidade, portanto, pode ser definida como as diferenças perceptíveis nas magnitudes (densidades, viscosidades, etc.) ou nas características (cor, suavidade, etc.) dos produtos e serviços provenientes de qualquer atividade ou processo. A variabilidade é resultante da ação de causas existentes no processo produtivo seja ele qual for.

Como exemplo temos as diferenças de altura e peso em uma população, ou de sabor em diferentes bateladas de um mesmo tipo de sorvete, ou de textura e granulometria, etc.

As causas que produzem variabilidade, desde Shewhart, são classificadas em **comuns** ou aleatórias ou ainda sistêmicas e **especiais** ou assinaláveis.

A compreensão sobre a variabilidade nos faz trabalhar de maneira totalmente diversa, conforme as diferenças nos resultados do processo sejam oriundas de causas especiais ou de causas sistêmicas. Isto é importante porque quando se trata variabilidade sistêmica com metodologia ou estado de espírito adequados aos efeitos oriundos de causas especiais, ou vice-versa, as coisas pioram ao invés de melhorar.

Para Shewhart, conceitualmente, um processo onde apenas causas comuns estivessem em ação, isto é, que estivesse sob controle estatístico, teria atingido o limite econômico para aperfeiçoamento. Este conceito hoje, pela existência das metodologias de experimentos (outra ferramenta estatística) já não é tão válido, tendo ocorrido, como consequência, o reforço do outro conceito desenvolvido por ele, que é o chamado “base do pensamento estatístico”, isto é, o conceito de *se aperfeiçoar o processo pela análise estatística e pela redução de sua variabilidade*.

Porém, como reconhecer qual o tipo de causa que esteja em ação?

Este é um dos pontos focais da teoria do Controle Estatístico do Processo e a seguir, apresentamos algumas características que podem ajudar na distinção, retiradas de um trabalho utilizado para treinamento gerencial pela Rhodia SA, compilado por André Alkmim [17].

Causas sistêmicas ou comuns

As seguintes características permitem reconhecer uma causa sistêmica ou comum, como fonte da variabilidade percebida nos produtos ou resultados do processo em análise:

1. muitas são suas fontes, normalmente agrupadas conforme figura B.
2. todas as causas juntas são responsáveis pela variabilidade ou efeito percebido.
3. a faixa de variabilidade em geral é conhecida, logo é possível a previsão.
4. o problema, se existe, normalmente é de natureza complexa.
5. a relação entre uma das causas sistêmicas e o efeito é “frouxa”.
6. existem múltiplos caminhos entre uma causa sistêmica ou comum e o efeito global.

7. nenhum especialista pode ter todos os conhecimentos necessários para reduzir significativamente a variabilidade.
8. não se pode falar de eliminação da variabilidade oriunda de causas sistêmicas.
9. a habilidade dominante para reduzir as variabilidades é relacional.

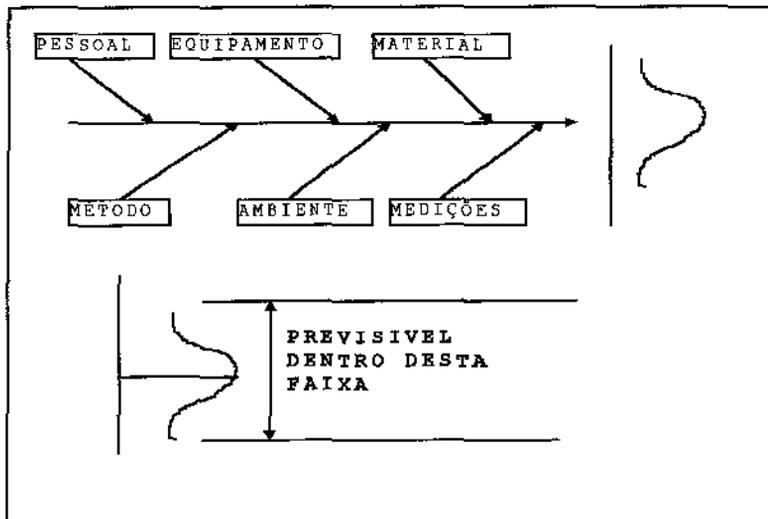


Figura B - Gráfico de Ishikawa - Causas comuns

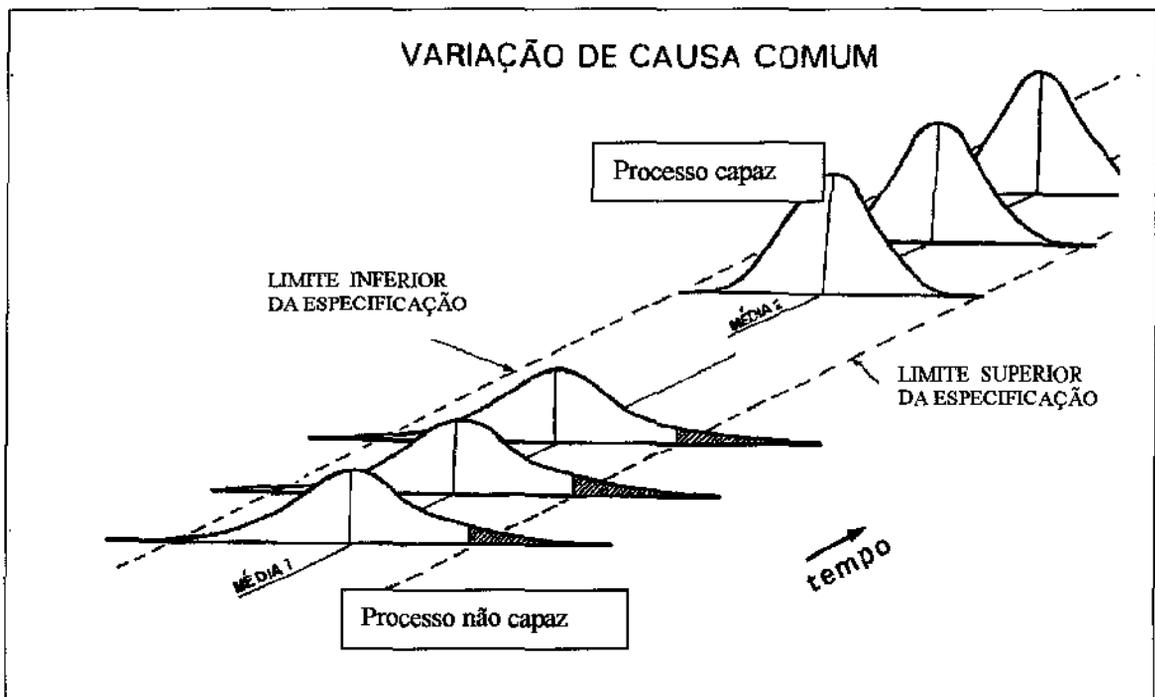


Figura C - Exemplos de processos com apenas causas comuns atuando

Causas Especiais

1. uma fonte é altamente dominante.

2. a causa é a responsável pelo efeito percebido.
3. freqüentemente não é possível saber o tamanho da variabilidade, que tem comportamento errático de ponto para ponto. Logo, o processo é de difícil previsão.
4. os problemas decorrentes são normalmente de natureza simples.
5. a relação entre a causa especial e o efeito final é possível de se estabelecer e é rígida.
6. existe uma cadeia de relações entre a causa especial e o efeito final.
7. um especialista competente pode deter todos os conhecimentos para eliminar a causa especial.
8. existem soluções para as componentes da variabilidade oriundas de causas especiais.
9. a habilidade dominante para eliminar as causas especiais é racional.

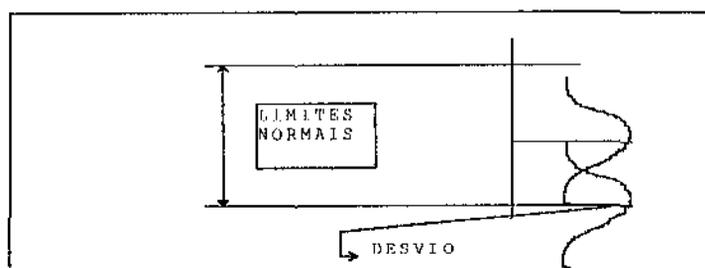


Figura D - Variação ou desvio resultante de uma causa especial

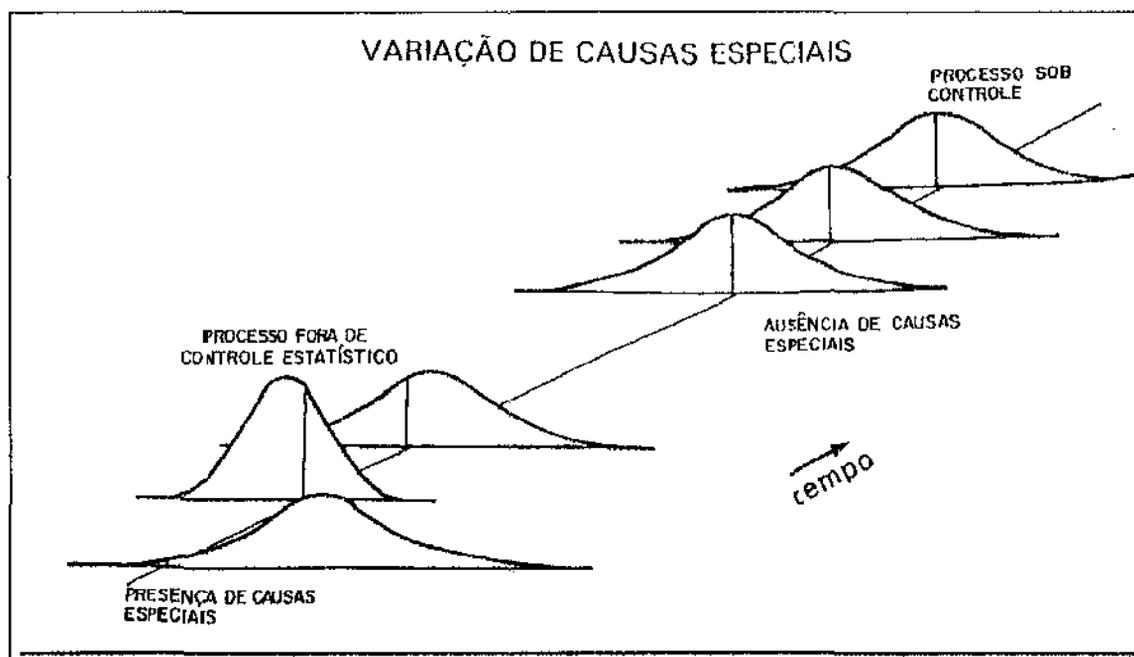


Figura E - Exemplo de processos com causas especiais de variação

Diversas técnicas estatísticas foram desenvolvidas para serem aplicadas como ferramentas de diagnóstico do estado do processo. Todas elas são baseadas no mesmo princípio: num processo sob controle, flutuações do nível e da dispersão do processo têm por origem cau-

sas aleatórias, não existindo tendências, ciclos, mudanças de nível ou alterações na dispersão do processo ou qualquer outro padrão não aleatório.

As técnicas do CEP, ou mais particularmente os gráficos de controle, foram desenvolvidos para detectar qualquer padrão não aleatório, ou causas especiais, no comportamento do processo e na medida do possível, para utilizar a estrutura do padrão não aleatório para sugerir algo a respeito da natureza da causa que gerou esse comportamento.

3.2.2 - Trabalho com fatos e dados.

O trabalho com fatos, dados e percepções tecnicamente levantados deve estar na base de nossa atuação. Observe-se que abandonar o “achismo” não é o mesmo de estarmos fechados à intuição. Pelo contrário, a intuição, que pode ser traduzida pelo trabalho de nosso inconsciente, deve ser cultivada e apoiada pelos dados racionalmente levantados. É isto que constitui a base de um conhecimento real do processo produtivo.

Segundo Juran [5], neste ponto, quando se trabalha com dados, também é muito importante distinguir as suas fontes, principalmente quando se trata de dados históricos e não provenientes de experimentos planejados, sempre mais adequados, pelos cuidados de que são cercados, para fundamentar qualquer tipo de análise estatística. Além disto também é fundamental atentar para o fato de que todos os dados, não importando de que fontes venham, devem ser alvo de cuidadosa revisão.

Talvez ainda o mais importante seja o planejamento cuidadoso da coleta dos dados necessários para se atingir o objetivo pretendido. Juran propõe aqui um check-list do que ele chama de passos chave na resolução de um problema técnico através de métodos estatísticos, que começa na tradução do problema original (de engenharia) para um problema específico a partir da coleta de informações históricas e finaliza na verificação se as respostas encontradas podem ser aplicáveis ou servir de auxílio na solução de outros problemas.

3.2.3 - Poucos vitais.

Os esforços de melhoria devem se concentrar nos sistemas e processos que constituem a “restrição” ou o “gargalo” do momento e do contexto cuja performance está sendo visada. Estas restrições constituem os “poucos vitais” em contraposição aos “muitos triviais”.

Isto foi entendido e tratado cientificamente através de técnicas, como a de Pareto, que hoje são parte integrante de praticamente todos os métodos de abordagem de problemas. Em processos industriais, particularmente, temos o termo “desengargalamento” para representar o esforço de otimização de uma unidade de processo.

3.2.4 - Estabilização de processos.

Estabelecido quais são os sistemas “poucos vitais” e ncles os processos “poucos vitais”, estabilizá-los, eliminando suas causas especiais, é o primeiro alvo na busca de melhorias contínuas. A partir do momento em que estes processos estão estabilizados é que se toma visível a oportunidade de melhoria, preconizada no “pensamento estatístico” conforme definido anteriormente.

3.2.5 - “Tampering.”

Quando decidimos intervir em um processo, por causa de uma variação qualquer, normalmente estamos correndo o risco de termos atribuído esta variação a um erro ou causa especial, quando de fato a causa pertence ao sistema (causa comum); se isto for verdade, a nossa intervenção configura um certo tipo de excesso de ajuste que levará o sistema a um maior grau de variabilidade resultando num comportamento menos previsível e, portanto, a resultados piores do que se não tivéssemos feito nada. Isto porque para processos estabilizados, ditos em controle estatístico, demandas de explicações para variações específicas ocorridas dentro dos limites inferior e superior de controle, causam “tampering” (palavra inglesa que tem o sentido de - estar forçando, mexendo ou violando alguma coisa), deteriorando a performance do processo em vez de melhorá-la.

Ao contrário, aqui deve-se atuar gerencialmente ou através do uso de técnicas estatísticas de diagnóstico (como os projetos de experimentos) a partir de grupos multidisciplinares, ou pela decisão pura e simples de mudar o processo, desde que estas variações produzam efeitos não aceitáveis ou resultados fora dos limites de especificação.

3.2.6 - Estabelecimento de objetivos.

Só há sentido em se estabelecer objetivos para sistemas e processos que estejam sob controle estatístico e tenham planos de ação de melhoria consistentes. Para todos os outros, o fundamental é a adoção de uma postura de PDCA, acoplado ao CLEP.

O PDCA, ou ciclo Deming, é o procedimento mais eficaz para a eliminar as causas especiais de variação, e assim trazer o processo para o controle estatístico, a partir do qual, com a conseqüente viabilidade de previsão, podem-se estabelecer objetivos com menores possibilidades de frustrações em sua consecução, ao mesmo tempo que assegura o não estabelecimento de objetivos excessivamente fáceis.

3.2.7 - Metodologias estatísticas adotadas nos processos de qualidade

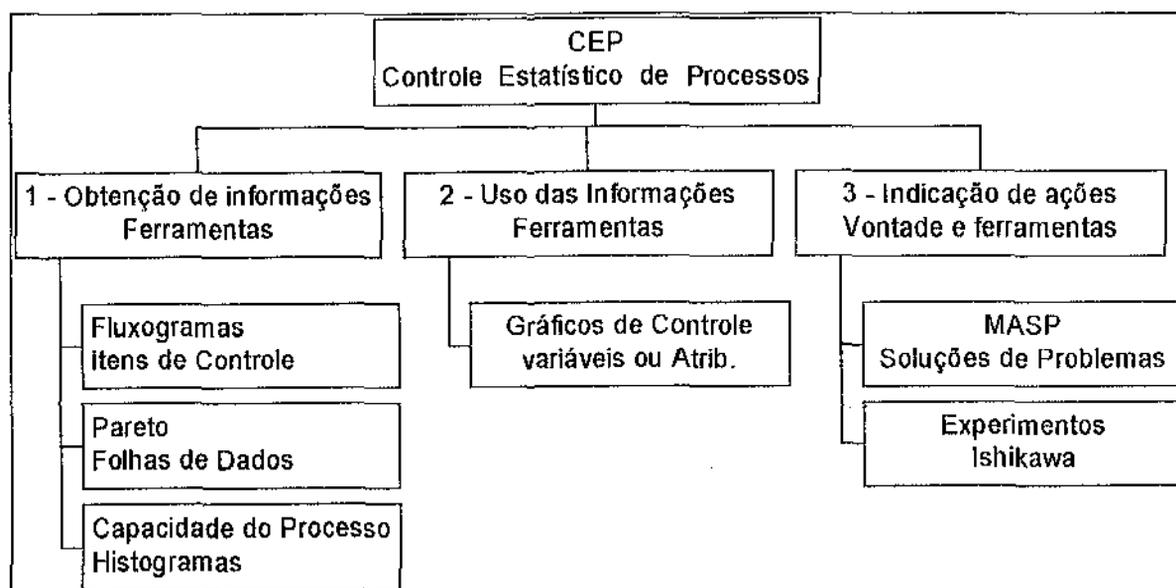


Figura F - Organograma do CEP

Embora aqui pudéssemos ficar com a impressão de que uma coleção de ferramentas de resolução de problemas baseada na Estatística é tudo que precisamos, lembramos mais uma vez que há mais do que apenas estudar e usar estas ferramentas e/ou metodologias para o sucesso.

Deve-se ter firmemente embutido nos corações e mentes das pessoas os conceitos anteriormente citados, e adicionar ainda algo mais vital para o potencial sucesso do CEP, que é o envolvimento e comprometimento da gerência e ainda, o trabalho como equipe, conforme citado por Montgomery e reproduzido a seguir:

A gerência na vida real é o modelo, e os demais na organização irão olhar para os gerentes como guia e como exemplo. Uma aproximação por equipes também é importante, visto que é difícil para uma pessoa sozinha introduzir melhorias no processo (cap.4-5; Douglas C. Montgomery [7])

A primeira metodologia que poderia ser citada neste caso, a Metrologia - Confiabilidade em Sistemas de Medição - na qual não iremos nos aprofundar visto fugir ao escopo deste trabalho, é na verdade uma série de métodos e/ou ferramentas utilizados para avaliar os sistemas de medição, isto é, visto que os dados são obtidos a partir de instrumentos de medição, quais são as deficiências intrínsecas do sistema de medição? e quanto ao processo de amostragem, está OK?

Mais próximos ao caso tratado nesta dissertação, estão as metodologias relacionadas à gerência pela qualidade e ao trabalho com equipes, de onde podemos começar pelas assim chamadas de "as sete ferramentas estatísticas", a saber:

1. Diagrama de Pareto

2. Diagrama de causa e efeito
3. Lista de verificação
4. Histograma
5. Diagrama de dispersão
6. Gráfico linear
7. Gráficos de controle

Algumas já citadas no organograma acima, que embora simples, permitem a descoberta e o ataque às causas fundamentais dos problemas de falta de qualidade nos resultados de qualquer processo.

Estas sete ferramentas estatísticas, bastante conhecidas e reportadas em muitas bibliografias, podem ser simplificadaamente descritas como:

1. **Diagrama de Pareto** é uma forma de descrição gráfica derivada de certos métodos utilizados em Economia (devidos a V. Pareto e M. C. Lorenz) utilizada no campo da qualidade por J.M. Juran, e que permite identificar quais itens ou causas são os responsáveis pela maior parcela dos problemas, ou quais são os tipos de não conformidades mais freqüentes ([8] - p290/291).
2. **Diagrama de causa e efeito**, ou “Espinha de Peixe”, ou “Diagrama de Ishikawa” é outra forma de descrição gráfica, cujo foco é analisar os problemas e cuja característica principal é permitir que se clarifique uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas ([8] - p290/291).
3. **Lista de verificação**, ou “Check Sheet”, ou “folha de verificação” nada mais é que um formulário ou esquema especialmente desenhado para organizar a coleta de dados e facilitar a sua análise e interpretação.
4. **Histograma de freqüências**, por sua vez, é a representação gráfica de um grande número de dados ou observações agrupados em classes de freqüências, cuja função é permitir um conhecimento objetivo do tipo de distribuição da população origem destes dados ([8] - p37/42).
5. **Diagrama de dispersão** é a representação gráfica que pode ser utilizada para visualizar (com cuidado - Juran [5], p15 e seguintes, p154) se existe uma tendência de variação conjunta ou correlação entre duas características.
6. **Gráfico linear** é provavelmente o gráfico mais conhecido e usado, consta da plotagem dos dados coletados tendo como eixo dos x a variável tempo. Visa permitir que se avalie a evolução pura e simples da característica medida ao longo do tempo, e assim visualizar tendências.
7. **Os gráficos de controle** (ou de Shewhart), por outro lado, possibilitam verificar se o processo em estudo é estável e ainda definir a responsabilidade pela ação, se da administração ou da operação. Consistem em um gráfico contendo uma linha média, um par de limites de controle colocados um acima e outro abaixo da linha média e da plotagem dos dados coletados tendo como eixo dos x a variável tempo ou ordem de coleta dos dados. Se os valores plotados são

localizados dentro dos limites de controle e a linha resultante não apresenta nenhuma tendência ou forma peculiar, o processo é considerado sob controle. Existem vários tipos de gráficos de controle cada qual adequado a uma determinada situação ou processo, sendo fundamental saber utilizar o correto para a sua situação particular (refs.: [3],[5],[7],[8]).

1. **MASP**, outra ferramenta citada, ou Método de análise e solução de problemas, nada mais é que uma forma estruturada de se “atacar” um problema já definido.

Segundo Juran é composto das seguintes etapas:

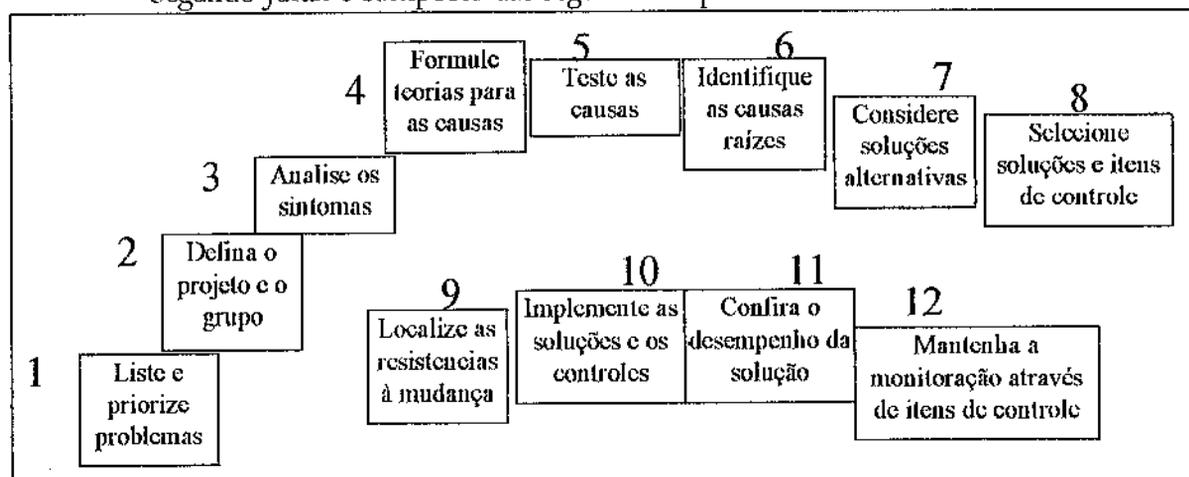


Figura G - Metodologia de análise e solução de problemas

3.2.8 - Um ambiente adequado para “vingar”.

Para sintetizar, podemos dizer que o CEP, além dos conceitos e das metodologias corretas, necessita ainda de um ambiente onde impere a confiança e o respeito, o autocontrole, o trabalho participativo e a criatividade, sem os quais dificilmente evoluirá além de uma tímida tentativa inicial.

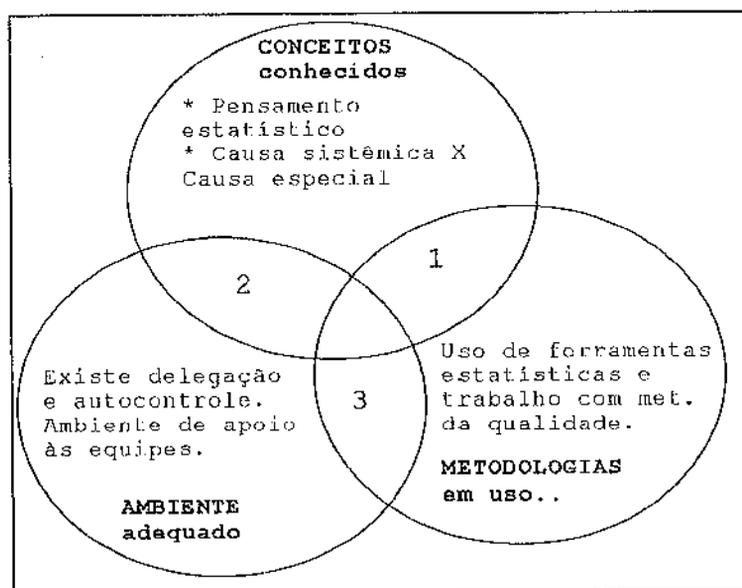


Figura H - Para florescer o CEP

Conforme a figura acima mostra, num ambiente onde exista confiança e respeito, autocontrole, trabalho participativo e criatividade existe a delegação e esta implica em responsabilidade, co-autoria e orgulho pelos resultados obtidos no trabalho que levam a um interesse renovado e permanente de melhorias e uso de metodologias de trabalho com qualidade.

Este orgulho é algo extremamente necessário para bons resultados, conforme o próprio Deming já citava no 12º ponto (*Remover as barreiras ao orgulho da execução*) de seus quatorze pontos para melhoria da administração ocidental [3].

O objetivo de um programa de melhoria de qualidade baseada no CEP é a contínua melhoria em uma base anual, mensal, quinzenal ou semanal. CEP não é um programa para ser aplicado apenas quando o negócio está com problemas e depois ser abandonado. As cartas de controle são uma importante ferramenta na melhoria do processo. Processos não operam naturalmente em um estado de controle estatístico, e o uso dos gráficos de controle é um passo importante que precisa ser dado cedo, em um programa de CEP, para eliminar as causas assinaláveis, reduzir a variabilidade do processo e estabilizar o seu desempenho.

CEP é uma ação preventiva para solução de problemas e de não conformidades.

Se queremos melhorar a qualidade e a produtividade, devemos iniciar a gerência do processo com fatos e dados e não apenas ficarmos no julgamento (Eu acho que...). Gráficos de controle são uma importante parte nesta mudança de atitude gerencial.

Na implementação de CEP em indústrias, os seguintes elementos estão usualmente ligados a casos de sucesso:

- 1) Liderança da gerência.
- 2) Abordagem por equipes.
- 3) Treinamento de empregados de todos os níveis.
- 4) Ênfase (e cobrança) na melhoria contínua.
- 5) Mecanismo de reconhecimento para casos de sucesso.

Não podemos deixar de enfatizar a importância dos itens 1 e 2, visto que melhorias de qualidade com sucesso são atividades tipicamente relacionadas à atuação da gerência.

Quando lemos os 14 pontos de Deming, observamos duas coisas: primeira, existe uma forte ênfase na mudança e segunda, o papel da gerência de guiar este processo é de importância fundamental.

Mas o que precisa ser mudado? Como pode este processo de mudança ser iniciado?

Por exemplo, se queremos melhorar o rendimento de um processo de manufatura de semicondutores o que devemos fazer?

É nesta área e momento que os métodos do CEP entram em jogo.

*Para melhorar o processo, nós precisamos determinar quais são os fatores controláveis nele que influenciam o número de unidades com defeito produzidas. Nós precisamos coletar dados e ver como o sistema reage a mudanças em suas variáveis. Aqui, métodos estatísticos incluindo as técnicas de CEP, podem contribuir.**

* tradução livre de "Introduction to Statistical Quality Control", cap.4-5; Douglas C. Montgomery; second edition -1990

3.3 - CEP para processos contínuos:

Os gráficos de controle são largamente utilizados pela Indústria na forma univariada, isto é, uma única característica de qualidade em cada gráfico de controle e, especialmente nas indústrias de peças e componentes o seu sucesso é bastante claro. No caso de plantas químicas e de processo contínuo isto não é tão evidente devido ao grande número de variáveis envolvidas e ao fenômeno da autocorrelação.

Tendo em vista as características do processo produtivo de uma refinaria de petróleo serem basicamente de fluxo contínuo, colocou-se a questão sobre quais ferramentas seriam as mais adequadas para o controle estatístico, e embora o uso de Gráficos de Controle Multivariados esteja se tornando popular devido a maior disponibilidade de meios computacionais dentro das indústrias, optou-se pelos gráficos de Shewhart para pontos individuais, de melhor visualização pela operação, com alguns cuidados adicionais para se evitar o problema da autocorrelação, e (no processo de cálculo dos limites de controle iniciais) da verificação da normalidade dos pontos da amostra coletada.

É claro que, no caso de resultados analíticos não se pode esquecer da variabilidade dos processos de amostragem e análise, que devem ser os primeiros focos dos esforços de melhoria.

Em um artigo [9] de 1991, apropriadamente intitulado “Alma (nova) para uma velha máquina”, Schwartz e Vidaurri explicam o histórico de introdução do CEP em uma indústria química não identificada, mas que nas entrelinhas aparenta ser do ramo do petróleo ou petroquímica. Os pontos que consideramos fundamentais neste artigo são os seguintes:

1. Participação da gerência em todas as fases do processo, desde a implantação do CEP em determinada linha ou setor até o esforço de se trazer determinada variável ao estado de controle, o que torna claro para todos que o CEP é importante e mais que isso, é uma ferramenta que funciona e tem o aval de toda a equipe.
2. O uso de grupos técnicos multidisciplinares com a responsabilidade e autoridade (inclusive de gastar dinheiro) para implementar técnicas de CEP em partes definidas (estrategicamente) da planta, o que mais uma vez reforça o conceito de que a equipe, o “nosso” time é o responsável e o dono do processo, e não uma intervenção externa.
3. O uso de cartas ou gráficos de controle para monitorar os processos/variáveis escolhidos para aplicação do CEP e o desenvolvimento de especialistas internos, através de treinamento direcionado.

De uma maneira geral, o procedimento relatado está de acordo com o disposto em *Statistical Quality Control Handbook* da Western Electric, ref.: [10] e de uma forma talvez mais estruturada em *Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade*, de Hradsky, ref.: [11].

Uma diferença real entre processos contínuos e em lotes é que, nos primeiros ocorre normalmente um certo grau de mistura no fluxo de saída dos produtos, provocada pela necessidade de estoque em tanques, vasos ou torres de produtos intermediários que são parte do processo produtivo. Este fenômeno influencia nos parâmetros de qualidade medidos gerando ten-

dências, e é chamado de autocorrelação. Isto acontece porque as amostragens ou medições são efetuadas normalmente em um período de tempo menor que o necessário para a completa renovação do produto estocado nestes vasos intermediários eliminando assim, a independência estatística entre as amostras, isto é, um resultado é normalmente dependente do anterior.

Douglas C Montgomery e Christina M. Mastrangelo [12], em 1991, efetuaram um estudo sobre o efeito da autocorrelação a partir de um exemplo prático, que apresenta 100 observações de um parâmetro crítico em uma indústria química, com coeficiente de autocorrelação de 0.86, com retardo (lag) igual a 1, onde um gráfico para pontos individuais mostrou vários sinais de pontos fora de controle; após a aplicação de um modelo autoregressivo de primeira ordem (ARIMA (1,0,0)) e montagem de novo gráfico de controle para pontos individuais, baseado na plotagem dos residuais, esses sinais mostraram ser falsos.

Este ponto demonstra o principal problema relacionado com a presença da autocorrelação, isto é, incrementar a possibilidade de ocorrência de alarmes falsos, e portanto, a possibilidade de ocorrerem erros do tipo I, isto é, agir quando não é necessário e desta forma introduzir um desequilíbrio no sistema que pode, eventualmente, ser uma causa para variações não previstas no produto, resultando assim em desperdícios de esforços e perda de produtividade (lamping).

O artigo ainda discute o uso da carta EWMA (Médias móveis exponencialmente ponderadas) para dados autocorrelacionados, aprofundando a teoria a respeito e chega à conclusão, apoiada em outros exemplos práticos, que um gráfico de controle baseado na EWMA pode ser considerado como uma aproximação do procedimento baseado no modelo ARIMA; é, portanto, uma interessante alternativa ao uso dos procedimentos baseados nos gráficos de Shewhart ou de soma cumulativa (CUSUM), quando as observações são positivamente autocorrelacionadas e a média do processo não muda com muita rapidez.

Desta forma, a conclusão do artigo é que a noção de um processo estar sob controle, dentro do modelo adotado por Shewhart, deve ser estendida para: "um processo está sob controle se se comporta de acordo com um modelo implícito de séries temporais". Esta conclusão é de alguma forma contestada por artigos posteriores (refs [14],[15] e [16]), que nos levam a supor que a afirmativa de Montgomery e Mastrangelo deve ser aplicável apenas em alguns casos, e não ser entendida como uma abordagem de validade geral.

De qualquer forma, esta seria uma abordagem para compensar o efeito da autocorrelação, que em termos práticos, se não compensada, leva ao descrédito por parte da operação ou do pessoal encarregado de operacionalizar os gráficos de controle, ao não conseguir encontrar a causa especial que teoricamente estaria por trás daquele efeito.

Para testar na prática, fizemos um experimento visando validar o uso da EWMA como gráfico de controle chegando a interessantes resultados (vide anexo 4).

Outra forma seria estendermos o período entre duas observações para um retardo tal que o coeficiente de autocorrelação fosse baixo, de maneira que o número de alarmes falsos no gráfico fosse reduzido a níveis aceitáveis. O problema potencial desta abordagem seria a possibilidade do intervalo escolhido ser tão grande que o processo poderia sair fora de controle antes que a próxima observação estivesse disponível [13].

No anexo 2 apresentamos a solução adotada para manter sob controle estes aspectos, normalizando e disciplinando o uso das técnicas mais simples.

Planos de Amostragem para aceitação, por outro lado, bastante utilizados em processos de produção seriada, conhecidos como CSP, que em teoria podem ser aplicados a qualquer tipo de operação contínua onde não seja desejável acumular os produtos em lotes para os propósitos de inspeção foram primeiro desenvolvidos por Dodge (20), (21) e os desenvolvimentos posteriores representam extensões e variações dos seus procedimentos básicos.

A teoria que suporta este tipo de planos foi simplificada descrita por Stephens (22):

Suponha que temos um fluxo contínuo de produtos com 4% de defeitos. Começamos a inspecionar este produto classificando cada unidade como defeituosa ou não, na ordem em que são produzidas. Se O representa uma unidade boa e X uma defeituosa poderemos ter um resultado semelhante ao seguinte:

x000000000000000000000000x00x0000000x00000000x00000000000000000x...

O número de unidades entre uma defeituosa e a próxima é uma estatística que segue um padrão probabilístico previsível e pode ser chamada de "espaço entre defeitos" s . No exemplo acima s é igual a 18,3,8,9,14, etc. Estes valores de s podem ser plotados como qualquer outra série de números provenientes do processo e formarão um padrão. Se a produção resultar em mais de 4% de defeituosos, as unidades defeituosas ocorrerão com maior frequência e o espaço s tenderá a diminuir. Se a produção resultar em menos de 4% de defeituosos, as unidades defeituosas ocorrerão com menor frequência e o espaço s tenderá a aumentar.

Desde que produção de diferentes qualidades levam a diferentes padrões de s , é possível se estabelecer um "critério de aceitação" em termos de s , que irá rejeitar mais produtos de má qualidade e aceitar mais produtos de um bom nível de qualidade, onde má e bom devem ser definidos como desejado e irá variar conforme a aplicação.

Traduzindo o acima em termos de um processo contínuo em uma refinaria (por ex. uma campanha para produção de Diesel), teríamos:

Suponha que a produção ocorra em "pacotes" de 1 m³ e que a cada m³ tirássemos uma amostra para análise de (digamos) teor de enxofre. O número de pacotes entre um resulta-

do ok e outro não ok é a estatística s acima descrita, e poderia ser utilizada em conjunto com um "critério de aceitação" anteriormente definido para indicar a necessidade de desviar a produção para um tanque a reprocessar e desta forma garantir a qualidade do produto.

Na prática, isto não ocorre na REVAP, onde este tipo de planos não são utilizados no controle do processo, talvez por desconhecimento, e neste caso até seria válido se propor testes e ou estudos neste sentido, porém mais possivelmente pelo efeito das reais diferenças que existem entre o processo na refinaria e o considerado na teoria, como por exemplo:

- a) Fonte de variação nos resultados de análise obtidos: principalmente os processos de amostragem e da análise no laboratório em si.
- b) Presença da autocorrelação, isto é, a dependência de um valor em relação ao anterior, já citada anteriormente.

4. DESENVOLVENDO O ESTUDO

A PETROBRÁS possui, hoje, onze refinarias espalhadas por todo território brasileiro, sendo quatro no estado de São Paulo (Paulínia, São José dos Campos, Mauá e Cubatão), uma no Rio de Janeiro (em Duque de Caxias), uma no Paraná (em Araucária), uma no Rio Grande do Sul (em Canoas), uma em Minas Gerais (em Betim), uma na Bahia (no polo de Aratu), uma no Amazonas (em Manaus) e outra no Ceará (em Fortaleza). Possui ainda uma unidade piloto para extração de óleo de xisto betuminoso no Paraná, e duas fábricas de fertilizantes em Sergipe e na Bahia. Além destas unidades industriais, a PETROBRÁS mantém terminais distribuídos ao longo de todas as regiões brasileiras os quais, através de sua distribuidora, Petrobrás Distribuidora, garantem boa parte do escoamento da produção de derivados das refinarias.

O estudo desta dissertação foi desenvolvido na REVAP, Refinaria Henrique Lage, localizada em São José dos Campos.

A cultura organizacional, segundo Schein, é “*O padrão de pressupostos básicos compartilhados de um grupo*” e como nossa proposta é tratar de um processo de mudança em um aspecto da cultura da REVAP/PETROBRÁS, é conveniente estabelecer os dados disponíveis que temos sobre ela, pelo menos no que se refere à análise de processos (por parte da Engenharia de Análise de Processos) e por parte dos demais componentes da operação da planta.

4.1 - Perfil da Empresa

4.1.1 - *Ambiência na Organização*

OBS.: *Transcrição parcial e atualizada onde cabível, do relatório de auto avaliação da Refinaria, nos moldes do PNQ, elaborado com vistas a avaliação efetuada em nov./1995 por uma equipe da PETROBRÁS - SEDE.*

A Refinaria Henrique Lage - REVAP|- refina petróleo, obtendo seus derivados e mais alguns subprodutos oriundos da matéria prima ou dos processos empregados.

Os principais derivados de petróleo produzidos pela REVAP são:

- Gás Liquefeito de petróleo (GLP).
- Gasolina automotiva para uso nacional.
- Gasolina automotiva para o mercado externo.
- Nafta petroquímica.
- Querosene para aviação (QAV) .
- Querosene iluminante.
- Solventes (aguarrás).
- Óleo Diesel.
- Óleos combustíveis (principalmente os tipos 1, 2, 3, 4,7, 8 e 9).
- Hidrocarbonetos intermediários e acabados para utilização em outros órgãos da Petrobrás, conforme programação.

Os outros produtos obtidos são:

- Enxofre.
- Bióxido de carbono.
- M T B E

Principais clientes e seus requisitos especiais.

O DECOM - Departamento Comercial da Companhia é o cliente direto da REVAP. Os derivados e demais produtos são encaminhados pelo DECOM aos usuários finais através de distribuidores tais como a Petrobrás Distribuidora (BR), Shell, Esso, Ipiranga, Texaco, Ultragás, Copagás e outras.

Além dos citados, a REVAP fornece derivados finais e intermediários para outros órgãos da Companhia tais como a REDUC e a REPLAN. É importante a contribuição da REVAP para o funcionamento da unidade de propano da REDUC, fornecendo mensalmente, uma importante cota de propano com características especiais. Para a REPLAN é fornecido Diesel com baixo teor de enxofre, além de outros derivados conforme instruções da sede da companhia.

O transporte dos derivados é efetuado principalmente por oleodutos operados pelo DETRAN - Departamento de Transportes/DTCS (Dutos e Terminais do Centro Sul), ressaltando-se como gerências mais em contato com a refinaria, as das bases de Guararema e do terminal marítimo de S. Sebastião (GEBAST).

Ao lado da Refinaria encontram-se bases da Petrobrás Distribuidora e da Shell que atendem, entre outros, os grandes clientes dos óleos combustíveis de alta viscosidade e asfaltos produzidos. Os mercados local e regional de todos os derivados, exceto GLP, são atendidos por estas bases.

As companhias aéreas são clientes indiretas da REVAP, visto ser ela a maior produtora de QAV do país.

Principais mercados (local, regional, nacional ou internacional)

- Grande São Paulo,
- São Sebastião,
- Eixo da Rod. Pres. Dutra, de Sta. Isabel até Queluz;
- Litoral norte do estado de S. Paulo e sul do estado do Rio de Janeiro, de S. Sebastião até Parati;
- Sul do Estado de Minas Gerais, na região compreendida entre Alfenas, Baependi e Itamonte.
- Aeroportos de Guarulhos, Congonhas, São José dos Campos e eventualmente, Viracopos.

- Atendimento do mercado de cabotagem, via terminal de S. Sebastião, conforme programação.
- Produção de gasolina exportação para diversos mercados, tais como EUA, China e Costa Rica, segundo programação do DECOM.

Situação no ramo perante a concorrência

Como parte de uma companhia estatal (monopolista até o momento deste trabalho) no ramo do petróleo, não há concorrência propriamente dita. Isto leva a sociedade a comparar a PETROBRÁS e a REVAP por consequência, aos melhores do mundo no segmento e nos requisitos dos produtos. Portanto, a gestão da refinaria procura orientar as operações no sentido de aquisição de confiabilidade em termos da qualidade dos produtos e prazos de entrega, tendo conseguido avanços neste sentido.

Com relação ao mercado externo, em média são exportados 15% da produção de óleo combustível e 66% da de gasolina.

Pessoal

A Refinaria conta, atualmente, com efetivo em torno de 660 funcionários, com o seguinte perfil de escolaridade: 21,4 % de nível superior, 58,7 % com segundo grau completo e 15,7 % com primeiro grau completo.

Requisitos legais e regulamentares

A REVAP está sujeita às normas e regulamentações do Departamento Industrial da Petrobrás, do Departamento Nacional de Combustíveis e a todas as normas regulamentadoras das Consolidações das Leis do Trabalho (CLT) do Ministério do Trabalho, no tocante à segurança industrial e saúde ocupacional. Recentemente a REVAP foi escolhida como uma das 31 empresas do estado de São Paulo a participar do programa de auto-monitoramento de fontes de poluição, conduzido pelo órgão fiscalizador ambiental.

A REVAP se sujeita e cumpre todos os regulamentos relativos à aquisição de bens e de serviços, em especial os descritos pela Lei 8.666 / 93.

Outros fatores importantes

A REVAP, no momento, se encontra em fase de consolidação da estrutura adotada em 1992, estrutura esta que visou melhorar o desempenho e atingir melhores índices de atendimento aos clientes.

Entre os seus impulsionadores chave encontramos:

- melhoria do desempenho, com vistas a atingir lugar de destaque entre as refinarias de sua complexidade e porte;
- melhoria da qualidade de vida das pessoas, reduzindo o número e a gravidade dos acidentes e aumentando o grau de satisfação das pessoas que aí trabalham;
- consolidação da tecnologia empregada, com ênfase na automatização, otimização e segurança dos processos em uso;
- adequação dos sistemas da qualidade aos requisitos das normas ISO 9002, seguida da formalização de um sistema de garantia da qualidade ambiental, já nos moldes da futura série de normas ISO 14000;
- encontro de um processo de gestão que permita a agilidade necessária para enfrentar a grande velocidade das mudanças e os requisitos da sociedade num futuro de provável competição real.
- desenvolvimento das pessoas em seu múltiplos aspectos: ser, querer, saber e poder.

4.1.2 - Histórico

A REVAP, de forma semelhante ao que aconteceu em todas as refinarias da PETROBRÁS, iniciou a sua caminhada no âmbito da qualidade através dos conceitos de qualidade intrínseca dos produtos. Assim, o seu laboratório de análises fazia a verificação da qualidade dos derivados com base em especificações editadas pelo Conselho Nacional do Petróleo.

Em fins de 1989, por ocasião da definição dos objetivos para 1990, a alta administração da refinaria decidiu buscar caminhos que melhorassem a confiabilidade como um todo.

A opção pelo Processo de Gestão pela Qualidade Total ocorreu no final de 1990, tendo como finalidades principais o estabelecimento das políticas e diretrizes do Processo da GQT, a definição da estrutura de suporte, de modo a permitir a implantação da GQT em todas as áreas da REVAP e o estabelecimento de mecanismos que permitissem seu desenvolvimento, acompanhamento e avaliação.

Neste mesmo ano foi criada a Assessoria da Qualidade com o objetivo de, como órgão consultor, coordenar todas as atividades de implantação da GQT.

Em 28/12/90, numa palestra proferida pelo superintendente de produção da REVAP, a adoção do Processo de Gestão pela Qualidade Total foi oficializada. Posteriormente, o Processo de GQT foi unificado com o Planejamento Estratégico e o Desenvolvimento Organizacional.

Em 1992 realizou-se a Primeira Semana da Qualidade da REVAP, com a realização de palestras e apresentação de trabalhos desenvolvidos pelos empregados. Eventos similares também foram realizados em 1993 e 1994.

No início de 94 foi feita a primeira avaliação segundo os critérios de excelência do Prêmio Nacional da Qualidade.

Em outubro de 1994, iniciaram-se na REVAP, coordenadas pela Assessoria da Qualidade, as ações necessárias para a certificação do sistema de produção do QAV (querosene de aviação), pela ISO 9002.

Hoje, além do QAV, também o MTBE (Metil tércio butil etil) e os sistemas de produção de gasolina já obtiveram a certificação.

4.1.3 - O Método Deming na PETROBRÁS - REVAP

As informações sobre a atual situação da qualidade na REVAP (Refinaria do Vale do Paraíba) e na PETROBRÁS são provenientes dos relatórios de auto-avaliação para fins de pontuação segundo os critérios do PNQ, de trabalhos internos da REVAP e de conhecimento pessoal do autor.

As citações a seguir são retiradas da obra de W. E. Deming [3].

Ponto número 1

Estabelecer a constância de finalidade para melhorar o produto e o serviço, objetivando tornar-se competitivo e manter-se em atividade, bem como criar empregos.

O ponto número um representa o enfoque na sobrevivência da organização dentro de um ambiente competitivo, cumprindo com a sua finalidade básica de se inserir e se manter no meio social, suprindo alguma necessidade da sociedade (como a de criar empregos ou fornecer combustíveis) que leve esta a defendê-la, em condições ideais.

PETROBRÁS: Hoje, com o fim do monopólio, está muito visível um cenário de questionamentos bastante acirrados sobre a Empresa. Como parte de uma possível resposta, percebe-se uma movimentação bastante vigorosa no sentido de fixar as premissas da Qualidade Total, em muitos de seus órgãos, arrastando e mesmo forçando seus fornecedores a um posicionamento parecido.

Isto tem se traduzido em esforços de planejamentos estratégicos nos vários níveis da Empresa e mais recentemente no suporte e estímulo a seus diferentes órgãos para realização de esforços de reestruturação e desenvolvimento organizacional.

A grande ameaça, ainda, a esta constância de propósitos provém da interferência do acionista principal (o Governo) decorrente de seus constantes redirecionamentos na política global da Empresa, ao sabor de interesses mutáveis.

REVAP: A Refinaria do Vale do Paraíba, como órgão operacional do Departamento de Abastecimento e Refino da Empresa, atua no ramo de processamento de petróleo e entrega de derivados para as distribuidoras, a nível regional e para exportação, para outras regiões do país e para o exterior; um dos seus maiores clientes têm sido os EUA.

No tocante à focalização para o planejamento de longo prazo, o último processo de desenvolvimento organizacional (DO), elaborado de forma bastante participativa, resultou em uma estrutura que privilegiou a inovação (temos hoje uma divisão voltada ao desenvolvimento e à qualidade de produtos e serviços bastante atuante, além de novas formas de trabalho mais voltados ao trabalho de grupos e equipes em todas as áreas da Refinaria), e a visão de futuro, alocando (sob o ponto de vista do autor) pessoas com as características adequadas nas áreas de planejamento estratégico e introdução das filosofias de qualidade na REVAP.

Existem recursos e programas de desenvolvimento de gerentes e do pessoal, de uma maneira geral, voltados a uma melhoria contínua dos projetos (análises de risco, de valor, etc.), dos produtos (mantendo e ultrapassando onde viável, as especificações oriundas do CNP) e de melhoria da qualidade do relacionamento com a comunidade.

A ameaça a este cenário descrito ainda pode ser resumida no item título, isto é, não se verificar a constância de propósitos o tempo suficiente para se converter em uma fé de que haverá um futuro, ou seja, aparecer uma nova moda ou uma nova gerência de alguma forma não totalmente comprometida com a qualidade e a produtividade.

Ponto número 2

Adote a nova filosofia. Estamos numa nova era econômica. A administração ocidental deve acordar para o desafio, conscientizar-se de suas responsabilidades e assumir a liderança no processo de transformação.

Deming, através deste ponto, parece estar chamando a atenção do gerente norte-americano (e por extensão de qualquer gerente de qualquer empresa), para a sua responsabilidade única e intransferível de atuar (assumir a liderança) conscientemente para atingir o objetivo de transformar a sua organização no novo e emergente modelo, o que irá garantir a sua sobrevivência futura. É discutível, do ponto de vista do autor, a factibilidade de se obter esta transformação sem um "arejamento" considerável nas mentalidades e propósitos de sua gerência média, que devem ser focalizadas muito mais nos paradigmas éticos / morais de sua atuação que no velho paradigma "os fins justificam os meios".

PETROBRÁS: Tendo em vista os resultados visíveis obtidos pela Empresa ao longo de seus 40 anos de vida, não podemos dizer que a sua filosofia inicial foi errada. Algumas de suas filosofias básicas (como a política de pessoal e de privilegiar o mercado nacional) atingiram “na mosca” as necessidades da sociedade brasileira. Se assim não fosse, hoje, frente a toda esta campanha vigente contra o monopólio exercido pela Empresa, o empregado da PETROBRÁS se esconderia envergonhado e não teria condições para defender a sua empresa, como se vê. Estas filosofias se aproximam muito das preconizadas pelo modelo japonês, em alguns aspectos, que aparentemente é a filosofia citada por Deming neste ponto. Evidentemente que não queremos dizer que toda a Empresa (em todos os seus diferentes órgãos) esteja igualmente imbuída destes princípios.

REVAP: O processo da Qualidade Total na REVAP, iniciou-se a partir da sensibilização da sua gerência maior e um trabalho profundo de treinamento e desenvolvimento de sua gerência intermediária, com apoio de consultorias especializadas, culminando com a instituição formal do processo REVAP de Qualidade Total em maio de 1991, através de portaria firmada pelo superintendente geral e o de produção.

Citando o relatório de auto-avaliação da REVAP, “A alta direção da REVAP vem demonstrando consideração aos quatro grandes grupos de clientes que são os consumidores dos produtos, os acionistas, os empregados e a comunidade (vizinhos) de forma crescente. Tem-se mostrado que a qualidade deve ser considerada como um valor dentro da refinaria, juntamente com os outros valores identificados:

- *Ética*
- *Respeito*
- *Confiança*
- *Participação*
- *Responsabilidade*

Como todo este processo é decorrente da ação de pessoas, deve-se, para a sua continuidade, atentar ainda e por bastante tempo, à necessidade de não se perder de vista a sua motivação inicial, resultante da visão ética e centralizada no ser humano.

Ponto número 3

Deixe de depender da inspeção para atingir a qualidade. Elimine a necessidade de inspeção em massa, introduzindo a qualidade no produto desde seu primeiro estágio.

Discussão: Neste ponto, Deming começa a focalizar suas idéias no “como” atingir um padrão de maior qualidade e menores custos, reconhecendo que “a inspeção feita com o sentido de melhorar a qualidade ocorre tarde demais é ineficaz e dispendiosa” e ainda que “a qualidade não

deriva da inspeção e sim da melhora do processo produtivo". Cabe ressaltar que nem por isto ele condena a inspeção de uma forma absoluta, limitando-se (pelo menos na obra estudada) a apontar os desvios decorrentes da dependência absoluta deste método de aferição da qualidade do produto. Este é o ponto focal do nosso trabalho, no sentido de que o pensamento estatístico visa atuar diretamente no processo produtivo.

PETROBRÁS / REVAP: No que tange à qualidade dos produtos da PETROBRÁS, aqui considerados apenas os derivados de petróleo, combustíveis ou não, existe uma amarração às especificações do DNC (Departamento Nacional de Combustíveis), vinculado ao Governo Federal, que exige a inspeção dos derivados vendidos que devem atender a estas especificações. Por outro lado, todo produto exportado também deve obedecer a especificações rígidas especificadas em contrato, e estas são controladas por nossos laboratórios e por órgãos especializados. Sempre por inspeção final do produto.

Cabe enfatizar, no entanto, que os derivados de petróleo apresentam uma característica que facilita a sua inspeção final, isto é, são produzidos por campanhas, às vezes de longa duração, de onde resulta pequeno custo de inspeção, como algumas análises efetuadas em amostras de poucos litros de produto coletados em tanques com capacidade de milhares de metros cúbicos, frente ao valor do produto considerado. Desta forma, acaba sendo uma necessidade natural a atenção ao processo de produção, que é acompanhado atentamente ao longo da campanha, por amostragens periódicas e que, no entanto, não sofrem um processo sistematizado de análise. Apesar desta característica de seus processos produtivos, percebe-se claramente um enfoque voltado para o aspecto da qualidade no processo, em todas as atividades dos órgãos operacionais da empresa, na melhoria da qualidade de gestão da produção, implicando reconhecer que neste aspecto ainda temos muito que fazer. E isto claramente visando à redução de custos, visto que ao não se incorporar a qualidade durante a produção, existe a possibilidade de uma perda proporcionalmente grande em custo de reprocessamento ou não aceitação do produto.

A REVAP, especificamente, tem investido bastante nesta área, através de treinamentos intensivos do seu corpo técnico e pela adoção de controles avançados de processo com uso de tecnologia de ponta (SDCD's e computadores de processo), notando-se, portanto, a necessidade vital de uma abordagem mais técnica desta grande quantidade de dados coletados.

Ponto número 4

Cesse a prática de aprovar orçamentos com base no preço. Ao invés disto, minimize o custo total. Desenvolva um único fornecedor para cada item, num relacionamento de longo prazo fundamentado na lealdade e na confiança.

Discussão: Sem sombra de dúvida uma “tirada” genial e de profundas implicações práticas se entendida e praticada pelo mercado. A dificuldade maior aparenta ser a necessidade de antever o que se entende por “custo total”, algo que depende de um profundo conhecimento do negócio por parte de quem faz a compra, assim como do partilhamento de informações mais completas com o fornecedor, isto é, da postura de confiança que leva a um relacionamento “ganha-ganha”.

PETROBRÁS / REVAP: Como empresa estatal, embora híbrida (economia mista), a PETROBRÁS e, por decorrência a REVAP, é obrigada a seguir as regulamentações legais no tocante às compras, que praticamente são forçadas a usar o critério do menor preço e dificultam muito o estabelecimento deste tipo de relacionamento colocado por Deming.

Isto posto, cabe colocar, no entanto, que existe uma postura de desenvolvimento de fornecedores muito ativa por parte do corpo técnico da PETROBRÁS, que envolve e estimula a adoção de metodologias de qualidade no processo produtivo de seus fornecedores através de iniciativas como o Prêmio PETROBRÁS de Qualidade.

Ponto número 5

Melhore constantemente o sistema de produção e de prestação de serviços, de modo a melhorar a qualidade e a produtividade e, conseqüentemente, reduzir de forma sistemática os custos.

Discussão: Embora à primeira vista, pareça ser apenas uma outra forma de se expressar o ponto número um, ou seja, um reforço na constância de finalidade de melhorias, ou melhor falando, melhorias contínuas, o foco deste ponto está muito mais voltado para o processo de produção, aqui entendido em sua forma mais ampla, isto é, métodos de trabalho, maquinário, organização, conhecimento, etc. Enfim, tudo que é necessário para que exista, ao final, um produto que garanta a sobrevivência da organização deixando o cliente com suas necessidades atendidas e satisfeito. A visão, aqui, ainda parece muito voltada para ganhos de produtividade que resultam em manter o constante crescimento da Empresa, a partir de uma visão evolutiva e não do “apagar incêndios”.

PETROBRÁS: Neste ponto, é inegável o esforço recente da Empresa em algumas áreas mais do que em outras, mas de qualquer forma enfocando, em seu planejamento estratégico, a qualidade como um dos eixos principais. Os resultados deste enfoque têm aparecido recentemente, a partir de premiações internacionais, na área de exploração e não tão recentemente, na penetração obtida no mercado por parte de sua distribuidora, a BR.

REVAP: Ainda no Relatório de Auto Avaliação da REVAP, a melhoria contínua é enfatizada como um de seus maiores valores e vem se tentando introduzir isso nas mentes de todos os empregados, enfaticamente, desde a efetivação das alterações em sua estrutura, que se convencionou chamar de DO. Um dos resultados do desenvolvimento organizacional foi a introdução dos

Grupos Interdisciplinares para atuar especificamente nesta área de melhoria contínua, uma estrutura vagamente assemelhada aos CCQ's, onde se reúnem especialistas de áreas diversas para trabalhar na solução dos pequenos ou grandes problemas operacionais, dotados de alguma mobilidade e poder de decisão, dentro de certos limites orçamentários. Mais uma vez, isto funciona adequadamente em algumas poucas áreas, basicamente onde a gerência é mais ativa e persegue resultados por este meio, embora vá se firmando lentamente.

Ponto número 6

Institua treinamento no local de trabalho

Discussão: É uma frase simples que parece significar o entendimento de Deming de que o treinamento até então praticado carecia de uma reformulação completa, isto é, tanto o 'chão de fábrica' quanto a gerência teriam que se voltar para a verdadeira causa da não qualidade, isto é, para a variabilidade do processo produtivo. Pelo menos é o que se depreende da bibliografia consultada. Parece-nos, no entanto, que se trata apenas da necessidade de um ajuste na forma de ingresso de pessoal, especialmente daquele grupo que será a nova gerência da empresa.

Deming escreveu seu livro voltado e imerso na situação média das empresas americanas, cuja prática básica não é (ou era) de formar um empregado ao longo do tempo, tratando-o como parceiro, porém a de já obter uma mão de obra o mais possível pronta do mercado (implícando nos menores custos possíveis de treinamento) e tratá-lo como um insumo de produção ou matéria prima.

O modelo japonês de treinamento (sistema administrativo) mais uma vez é citado como tendo, por natureza, grandes vantagens em relação ao americano e portanto, em relação ao brasileiro. O autor, no entanto, não concorda inteiramente com isto. O verdadeiro treinamento, no seu ponto de vista, é o do dia a dia, secundado pelas ferramentas (conhecimento) que forem realmente úteis, uma vez que o verdadeiro aprendizado só ocorre quando a pessoa realmente utiliza ou necessita daquele conhecimento. A grande jogada, portanto, é saber solucionar este tipo de necessidade no momento em que as pessoas a serem treinadas estão conscientes dela.

PETROBRÁS: Este é um dos pontos que consideramos forte na PETROBRÁS, onde todo novo funcionário passa por extensos treinamentos iniciais, inclusive no próprio local de trabalho. No tocante ao treinamento gerencial, no entanto, a Empresa parece ter despertado apenas nos últimos anos e ainda falta muito para se fazer.

Ponto número 7

Institua a liderança. O objetivo da chefia deve ser o de ajudar as pessoas, as máquinas e dispositivos a executarem um trabalho melhor. A chefia administrativa está necessitando de uma revisão geral, tanto quanto a chefia dos trabalhadores da produção.

Discussão: Neste ponto Deming parece estar contrapondo a idéia de “liderar” versus “chefiar”, ou seja, “eu conduzo as pessoas ao resultado pretendido de uma melhor qualidade e produtividade através do meu conhecimento, empenho e exemplo “versus” eu mando ou determino os objetivos e metas a alcançar.”

PETROBRÁS/REVAP: A média gerência na PETROBRÁS tem sido historicamente oriunda de seus quadros técnicos de nível superior, onde o indivíduo que se destaca em sua área de conhecimento normalmente é guindado a uma posição de gerência. Apenas nos níveis maiores da Empresa o critério tem sido outro. Este critério, embora discutível, pode ter sido (na opinião do autor) um dos fatores dos bons resultados obtidos pela PETROBRÁS até o momento porque, afinal, o indivíduo que se destaca em sua área de atuação tem condições de ter um bom desempenho em outras áreas, embora não com o mesmo destaque, talvez. De qualquer forma, este é um ponto que, apenas mais recentemente, vem sendo trabalhado na Empresa, não se constituindo um de seus pontos fortes.

Ponto número 8

Elimine o medo, de tal forma que todos trabalhem de modo eficaz para a empresa.

Discussão: A primeira questão que se coloca é quanto a que tipo de medo se refere Deming e que leve alguém a trabalhar de modo ineficaz. A bibliografia consultada se refere principalmente àquele resultante da falta de confiança nos colegas e meio ambiente da empresa (ou seja, o competitivo, em que não se pode demonstrar suas fraquezas e incapacidade, ou se fizer mais não será reconhecido mesmo; e também o medo do desconhecido, quando se pensa que tal coisa pode dar certo ou não, que nunca se fez tal coisa antes). Não podemos, no entanto, nos esquecer do medo primário, o da perda do emprego, que faz com que o indivíduo hesite em introduzir novidades, em fazer algo diferente e que pode (e é normal) não dar certo. De qualquer forma está claro que alguém com qualquer tipo de insegurança já parte para o trabalho com uma necessidade de despende energia para inicialmente vencer esta insegurança, sobrando pouco para um trabalho eficaz.

PETROBRÁS: Duas características básicas na PETROBRÁS, quais sejam, ser empresa estatal com relativa estabilidade de emprego de um lado, e uma aposentadoria integral por outro, fazem com que o petroleiro tenha um pouco de vantagem em relação aos empregados de empresas privadas, de um modo geral, no sentido de ter menos fatores motivadores de medo. Se bem que este fato tenha suas inconveniências, as suas vantagens foram reconhecidas no Japão e são corroboradas por Deming quando prega “a eliminação do medo para um trabalho eficaz”.

REVAP: Um dos grandes enfoques de todo trabalho de treinamento de pessoal desenvolvido pela REVAP nos últimos anos tem sido o de desenvolver o relacionamento interpessoal com

apoio de consultorias especializadas, cujas metodologias pregam as quebras de barreiras e o aumento do nível de confiança no relacionamento entre as pessoas. Isto significa uma abordagem diretamente relacionada à redução de desconfianças e medos no ambiente de trabalho.

Ponto número 9

Elimine as barreiras entre os departamentos. As pessoas engajadas em pesquisas, projetos, vendas e produção devem trabalhar em equipe, de modo a preverem problemas de produção e de utilização do produto ou serviço.

Discussão: É claro que o objetivo macro do negócio deve se sobrepor aos microobjetivos departamentais ou pessoais, não querendo isto, de forma alguma, significar que os departamentos (uma forma de se organizar o trabalho) devam ser extintos. A especialização sempre é necessária. Todo mundo concorda com isto até que a realidade venha atingir seus objetivos pessoais ou suas áreas de atuação. Por outro lado, se falarmos sobre sistemas, o ponto de maior consumo de energias (internamente) são as fronteiras e interfaces departamentais.

PETROBRÁS/REVAP: No caso da Empresa, nota-se um esforço na reestruturação organizacional, tipo DO (Desenvolvimento Organizacional) onde se privilegiam grupos multidisciplinares ou multifuncionais, o que pode ser uma indicação de melhoria neste aspecto. Na REVAP, especificamente, e como já foi citado, isto ocorreu e sentiram-se melhorias bastante expressivas. No entanto não podemos dizer que tudo deste item já foi feito.

Ponto número 10

Elimine lemas, exortações e metas para a mão de obra que exijam nível zero de falhas e estabeleçam novos níveis de produtividade. Tais exortações apenas geram inimizades, visto que o grosso das causas de baixa qualidade e da baixa produtividade encontram-se no sistema estando, portanto, fora do alcance dos trabalhadores

Discussão: Esta é a declaração típica do pensamento estatístico, porém não podemos nos esquecer de que o grosso das causas não é o mesmo que todas as causas. Isto posto, uma das tarefas da gerência que agrega valor é justamente a detecção e eliminação destas causas de baixa qualidade e produtividade. De fato, para isto é necessário, em primeiro lugar, que esta gerência esteja consciente e concorde com este ponto de vista, o que só virá a ocorrer quando estiver treinado no uso do pensamento estatístico.

PETROBRÁS/REVAP: Nessa empresa, o que mais existe, talvez como resultado da ênfase nos resultados (influência americana) são justamente lemas, exortações, metas e objetivos. O que é, por acaso, o Contrato de Gestão senão uma série de metas e objetivos estabelecidos pelo acionista majoritário para a Empresa cumprir? Uma evolução neste quadro, no entanto, deverá ocorrer como resultado do amplo esforço que está sendo efetivado para direcionar a empresa para a qualidade total.

Ponto número 11

Elimine padrões de trabalho (quotas) na linha de produção. Substitua-os pela liderança. Elimine o processo de administração por objetivos. Elimine o processo de administração por cifras. Substitua-os pela administração por processos através do exemplo de líderes.

Discussão: Em primeiro lugar, padrões de trabalho para nós, não é o mesmo que quotas; em segundo, estas afirmações de Deming constituem, na opinião do autor, o ponto em que ele mais se distanciou da realidade do estágio atual da maior parte das empresas (PETROBRÁS e REVAP incluídas), onde a administração por cifras ou objetivos numéricos ainda é grandemente praticada. Uma possível abordagem de processo de mudança para isto, seria o conhecimento profundo dos processos e sua capacidade por parte das pessoas.

PETROBRÁS/REVAP: Como já citado na discussão do ponto número 10, a ênfase nos resultados é parte da cultura da nossa empresa, logo, a administração por processos e baseada no exemplo de líderes ainda é um cenário bastante distante, em nossa opinião.

Ponto número 12

Remova as barreiras que privam o operário horista de seu direito de orgulhar-se de seu desempenho. A responsabilidade dos chefes deve ser mudada de números absolutos para a qualidade.

Remova as barreiras que privam as pessoas da administração e da engenharia de seu direito de orgulharem-se de seu desempenho. Isto significa, inter alia, a abolição da avaliação anual de desempenho ou de mérito, bem como da administração por objetivos.

Discussão: Estas barreiras, pelo que podemos entender, são representadas majoritariamente pelas deficiências do sistema, ou pelas causas comuns e especiais que levam o sistema a não estar sob controle ou a apresentarem resultados não desejados. Ainda existe um outro tipo de barreira, representado pela não concordância com os objetivos ou filosofias da companhia, ou pela pressão da sociedade contra o tipo de trabalho que se efetua.

PETROBRÁS/REVAP: O próprio fato de se trabalhar numa empresa como a PETROBRÁS já é motivo de orgulho, e os problemas que levam à formação de barreiras a este orgulho deverão, como consequência lógica do processo de qualidade total, ser eliminados.

Ponto número 13

Institua um forte programa de educação e auto-aprimoramento.

Discussão: Concordamos plenamente com a afirmação, visto que novos e mais altos patamares de resultados só serão possíveis se houver investimento contínuo em educação e auto-aprimoramento.

PETROBRÁS/REVAP: Programas de educação e auto-aprimoramento sempre foram incentivados pela Empresa e neste aspecto, como no do ponto numero 6, a PETROBRÁS apresenta índices compatíveis com os do primeiro mundo.

Ponto número 14

Engaje todos da empresa no processo de realizar a transformação. A transformação é da competência de todo mundo.

Discussão: O que se pretende aqui, é o estabelecimento de um processo de transformação para a qualidade, isto é, um programa de qualidade total que seja baseado no ciclo de Shewhart ou do PDCA, entendido, aceito e praticado por todos os níveis de gerência desde a intermediária até a administração superior, e que pode começar pelo estabelecimento do pensamento estatístico no seio da empresa.

PETROBRÁS/REVAP: Este é o ponto onde nos encontramos, hoje, no processo de engajamento de todos para a transformação.

4.1.3 - O enfoque Cultural, segundo modelo de Schein.

Quando Schein define cultura como um padrão de pressupostos (vide definição no item 2.2), relacionados aos problemas vitais enfrentados pelo grupo, torna-se necessário trazer esta definição para a realidade do grupo do qual estamos tratando.

Desta forma, a seguinte série de padrões relacionados aos problemas de adaptação externa e integração interna podem ser usados para a análise da cultura do grupo REVAP, tendo em mente, porém, que é bastante difícil a distinção (principalmente para quem está envolvido no grupo) do pressuposto correto, a partir da observação de artefatos, como por exemplo, a política da qualidade escrita ou a disposição dos móveis e/ou estruturas físicas e organizacional, como tentaremos fazer.

De qualquer forma, parece-nos a maneira mais indicada para começar esta análise e assim, com as devidas ressalvas, seguimos em frente.

1. **Relacionamento com o meio:** Ao nível organizacional, como os membros chave enxergam o relacionamento da organização com o seu meio ambiente, como de domínio, de submissão, de harmonia, em busca de encontrar o nicho apropriado? [1]

Conforme podemos inferir da preocupação constante em obedecer às regras e procedimentos tanto legais como os provenientes da sede da PETROBRÁS, a REVAP tem uma tendência relativamente grande à submissão ao meio, temperado em parte com premissas explícitas de harmonia com a sociedade (não podemos nos esquecer que a REVAP se encontra rode-

ada por bairros residenciais) e o desejo e a busca constante de uma posição de destaque no meio de seus pares (demais órgãos industriais da PETROBRÁS).

Em apoio a estas observações, o histórico do processo que culminou com as certificações obtidas começou pela iniciativa de um grupo de empregados que estudaram e se preocuparam com as normas ISO, e só posteriormente tomou corpo com apoio da gerência, a partir de definição pela sede da empresa de que a REVAP deveria certificar a produção de QAV, inicialmente, dentro de um programa maior de certificação da PETROBRÁS, que envolve vários de seus órgãos operacionais.

É um valor fortemente agregado nas pessoas que trabalham na REVAP, a preocupação com a segurança e o meio ambiente, reforçada pelo fato de que vários empregados moram nos bairros vizinhos, o que pode ser um indício de reforço de uma atitude de harmonia com o meio social. Este valor (podemos dizer cultural) se materializou na criação, no âmbito do Processo de Desenvolvimento Organizacional (DO), de um órgão voltado especificamente para segurança e meio ambiente, a ASEMA, ligado diretamente à Superintendência da REVAP e que ainda inclui em suas atribuições a área de saúde ocupacional.

Apesar de termos predominantemente a atitude de submissão pelo fato de ser um órgão operacional de uma empresa de grande porte, a preocupação com a competitividade presentes na orientação da gestão da refinaria, tanto no sentido de confiabilidade das operações, da qualidade dos produtos, quanto no desenvolvimento dos três processos interligados de qualidade, planejamento estratégico e DO, resultou (comparando com a realidade de 4 a 5 anos atrás) em maior delegação de autoridade em todos os níveis. Isto, e uma reestruturação voltada para a preocupação com a satisfação do cliente e com a competitividade (incluindo avaliações comparativas com refinarias do exterior), está indicando uma mudança de postura dirigida cada vez mais para a postura de harmonia, o que sem dúvida foi um grande facilitador para a certificação ISO.

Outro grande facilitador é o fato de hoje termos, como resultado ainda dos processos de Planejamento Estratégico e Qualidade, uma visão clara de nossa missão [2], expressa em *"Produzir e entregar derivados de petróleo, de forma integrada com outros órgãos, e de acordo com os objetivos estratégicos da PETROBRÁS, atendendo permanentemente às necessidades da sociedade"*, e da política da qualidade da REVAP, expressa em *"Qualidade é o princípio básico do nosso negócio, o que significa satisfazer as expectativas dos clientes, com melhoria contínua dos processos, desenvolvimento da equipe e interação com os fornecedores"*.

2. A natureza da realidade e da verdade: As regras lingüísticas e de comportamento definem o que é real e o que não é; o que é um fato, a nível do grupo; como a verdade é determinada e quanto de verdade é revelada ou descoberta (ex.: Isto é verdade porque o chefe, ou o papa, ou o pai disse), e também os conceitos básicos de tempo e espaço (tempo policrônico, ou monocrônico e o uso do espaço) [1].

Quanto à natureza da verdade, tivemos alguma dificuldade em esclarecer, para nós mesmos qual seria no caso da REVAP, até chegar à conclusão de que temos várias, conforme o grupo (setor/divisão/área de trabalho) de que se tratasse, o que é bastante natural, quando se pensa profundamente, em se tratando de agrupamentos humanos consideráveis com atribuições distintas. Assim, fica convencionado que o que passaremos a descrever a seguir aplica-se com mais propriedade ao grupo operacional e de engenharia da REVAP, e pode não ser totalmente verdadeiro para os demais setores (área administrativa, de segurança patrimonial, etc.).

Para a equipe de operação e engenharia, a realidade seria verificável (através de números, de preferência) no mundo real, dentro do domínio físico, por premissa. Cabe anotar ainda, que a REVAP sempre incentivou os seus empregados a experimentar e testar as coisas no desempenho de suas atividades, o que poderia indicar uma postura voltada para se chegar à verdade através do método científico.

No entanto, aqui temos uma disfunção, visto que, para desenvolver o sentido de participação e das atividades grupais (algo absolutamente necessário na medida em que se progride na mudança do enfoque autoritário para o participativo), houve grande ênfase na obtenção de soluções a partir do consenso em discussões de grupos multidisciplinares.

Este fato, aliado às características de informalidade e de orientação do tempo para o presente (em grande parte dos componentes do grupo de empregados da REVAP), levou-nos à conclusão de que a verdade, na REVAP/operação, é verificável mais no domínio social e obtida através de consenso e/ou definição dentro do grupo, definição esta que parte normalmente do engenheiro de maior influência, visto como o indivíduo com maiores conhecimentos e/ou experiência e, portanto, referência dentro do grupo.

Isto é um pressuposto cultural inibidor para o processo de introdução do pensamento estatístico no dia a dia dos trabalhadores, na medida em que dificulta a adoção de méto-

dos científicos/estatísticos, os quais dependem de um tratamento formalizado (metódico) e impessoal para o controle dos processos de produção.

Quanto à noção de tempo, na REVAP, como de resto na sociedade brasileira onde estamos inseridos, parece ser predominantemente policrônico, e se traduz na pouca importância dada ao cumprimento de horários e na flexibilidade de compromissos assumidos (no tocante a datas). É normal e elogiado por todos o fato de se “tocar” várias coisas ao mesmo tempo, sendo um item considerado até recentemente na avaliação funcional.

Não obstante o esforço de mudança representado pelo processo de planejamento estratégico, nota-se ainda uma predominância da orientação do tempo para o presente, indicando que o hábito de se planejar e olhar para o futuro a partir dos dados do passado (característico dos métodos estatísticos), ainda está longe de ser adotado como um pressuposto ou valor cultural na REVAP. Este é um item a ser bastante trabalhado ainda.

O meio ambiente físico, na REVAP, é constituído de espaços amplos, bastante verde e limpeza, caracterizando uma Ambiência agradável e estimulante. Apesar de se adotar ambientes divididos, em sua grande maioria são compostos de paredes envidraçadas permitindo a visão das pessoas e normalmente ficam abertos, tornando-se acessíveis a qualquer tempo, o que facilita o trânsito das pessoas e favorece o relacionamento amigável e descontraído. Não se tem o costume de trancar portas. Este fato parece indicar que faz parte da cultura predominante na REVAP o tratamento igualitário, o que é um pressuposto cultural favorável à certificação [2].

3. *A natureza humana:* O que significa ser “humano”, e quais atributos são considerados intrínsecos nos seres humanos? É da natureza humana ser bom, mau ou neutro? Estão os seres humanos aprendendo e se aperfeiçoando, ou não?[1]

Neste aspecto, apesar da existência de normas escritas e de toda uma estrutura administrativa de controle do pessoal rígida, conforme normas da sede da empresa, a aplicação destas tem-se mostrado um pouco fluida, e não draconiana, demonstrando que para a gerência da REVAP os seres humanos são basicamente de índole boa, confiáveis e responsáveis.

Existe na REVAP, como de resto em todo sistema PETROBRÁS, uma ênfase muito grande no treinamento e desenvolvimento de seu pessoal, tanto de supervisão como de operação. Isto implica em um pressuposto de que os seres humanos, além de serem bons, são passíveis de aprendizado e aperfeiçoamento.

Estes dois pressupostos culturais se adequam perfeitamente aos implícitos na gestão pela qualidade total, conforme Deming (em seus 14 pontos), Juran (em sua trilogia) e os critérios postulados pelo PNQ (e prêmio Baldrige) sendo portanto facilitadores de sua implantação [2].

A leitura efetuada por Hoffmann [2], quanto aos pressupostos implícitos nas normas ISO, também chega à mesma conclusão adicionando, quanto a motivação, que *"motivação do pessoal começa com seu entendimento das tarefas que se espera que sejam executadas e de como tais tarefas apoiam as atividades globais (ISO 9004, item 18..3.1"*. É isto, a nosso ver, estabelece a ligação principal entre os resultados positivos mostrados pela PETROBRÁS e também pela REVAP.

Ao nível de teorias administrativas, poderíamos dizer que (principalmente nos últimos quatro anos) estamos vivenciando na REVAP uma fase de transição da teoria X para a teoria Y de McGregor (1960), implicando num reforço dos pressupostos acima descritos.

Esta fase de transição vem sendo suportada, nos últimos anos, por investimentos contínuos em treinamentos voltados para o desenvolvimento (tanto da gerência quanto ao nível operacional) do relacionamento interpessoal, com apoio de consultorias externas. Este fato, embora o pressuposto citado seja verdade ao nível PETROBRÁS, se apresenta de forma bem visível e clara na REVAP.

4. A natureza da atividade humana: O que é a coisa certa para se fazer, com base nas premissas acima sobre realidade, meio ambiente e natureza humana? Ser ativo, passivo, se auto desenvolver, ser fatalístico, ou o quê? O que é trabalho e o que é diversão?[1]

Na REVAP, hoje de forma mais visível ao nível da engenharia de processo, existe uma grande valorização das pessoas que buscam o auto desenvolvimento, resultando no apoio a iniciativas como a de buscar um mestrado ou outro tipo de curso extracurricular.

Existe também o apoio da gerência a cursos de línguas (inglês) para os níveis operacionais, embora, neste caso, ainda restrito às áreas que tenham maior envolvimento com novas tecnologias em fase de implantação, como é o caso do controle avançado de processo. Este apoio se traduz em reembolso parcial dos custos envolvidos com estes cursos.

É parte do pensamento em voga na refinaria o incentivo ao desenvolvimento das pessoas, considerando o elemento humano como um ser bio-psico-social, a quem tem sido concedida mais autonomia, delegação e responsabilidades aos níveis de supervisão, como resultado dos programas em andamento. Isto tudo indica uma atitude de valorização do "ser ativo", isto é,

“fazer e se tornar” em contraposição ao “esperar acontecer” propugnado pela posição do fatalismo.

Quando nos lembramos dos quatorze princípios (ou pontos) de Deming para a transformação, especificamente do 13º e do 14º (respectivamente, quanto à necessidade de educação e retreinamento e de agir no sentido de concretizar [3]), vemos que também esta atitude ou valor presentes na cultura da REVAP são facilitadores dos processos ora em andamento.

Existe ainda, na REVAP, um outro aspecto digno de se registrar, visível mais ao nível dos profissionais e gerentes e também ao nível médio, indicando um valor cultural que é o de se dar maior importância ao trabalho em detrimento à família e ao lazer, caracterizando-se no fato de, via de regra, ser valorizado quem trabalha até mais tarde, leva serviço para casa e, devido a viagens frequentes, passa boa parte do tempo longe da família.

Isto parece indicar que para a REVAP, de forma até subliminar, não havia diferença significativa entre o trabalho e o lazer, esperando-se de seu pessoal uma atitude de “vestir a camisa a qualquer preço”, atitude esta hoje combatida ao nível de verbalização por parte de alguns gerentes, e que também sofreu alguns embates em consequência dos movimentos paredistas da história recente da PETROBRÁS.

5. A natureza do relacionamento humano: Qual é considerada a forma correta de pessoas se relacionarem, de distribuir poder e afeto? A vida é cooperativa ou competitiva, individualista, colaborativa ao nível de grupo, colaborativa ao nível de comunidade, baseada na autoridade linear tradicional, na lei, no carisma de um líder ou em quê?[1]

Há aproximadamente seis anos atrás, quando um processo de diagnóstico do clima organizacional da REVAP constatou deficiências significativas na comunicação interpessoal, e iniciou-se o chamado Processo de Desenvolvimento Organizacional, não tínhamos ainda consciência dos motivos reais deste problema.

Hoje, com os conceitos apreendidos no curso de mestrado e, em particular na cadeira de Cultura Organizacional, podemos arriscar uma hipótese educada, qual seja de existir ainda uma postura ao nível pessoal um tanto quanto individualista e competitiva, onde as pessoas que detêm a informação, em tese, também deteriam o poder.

Pode-se, no entanto, dizer que o relacionamento entre as pessoas da REVAP, exceção feita às simpatias e antipatias naturais, tende a ser amigável e informal, sempre que não exista

conflito de interesses. Em apoio a isto vem o discurso da gerência da refinaria, cujo objetivo declarado é o de migrar do sistema paternalista anterior (resquícios do regime militar) para um sistema participativo.

Pode-se concluir que para a REVAP, considerada como um todo, a vida "deveria ser" colaborativa, ao nível de grupo, hoje ainda em pequenos grupos, sendo que a distribuição de poder e afeto é prioritariamente feita dentro dos componentes do grupo, maior ou menor, de relacionamento mais próximo. Não deixa de ser interessante constatar que este tipo de fato nada mais é do que um espelho do que vemos na sociedade brasileira, de modo geral. Este fato pode eventualmente produzir alguns efeitos negativos no contexto da organização, como por ex. a retenção/liberação de informações (fonte de poder) e/ou concessões baseadas no relacionamento interpessoal de afinidades, em detrimento de outros colegas ou da organização não sendo, portanto, valores facilitadores dos processos de gestão pela qualidade.

Por outro lado, a parte boa é que um valor profundamente enraizado de colaboração ao nível de grupo é, no final, grandemente facilitador dos processos de qualidade, desde que este grupo se estenda o suficiente para permitir a valoração correta de todas as pessoas, incluindo mecanismos que tendam a desestimular ou impossibilitar o acima descrito.

Deming, ao priorizar o rompimento de barreiras entre as pessoas, incluindo aí os componentes do grupo de trabalho, tanto quanto os fornecedores e clientes [3], além de demonstrar um conhecimento profundo de sistemas, deu uma pista clara do pressuposto implícito nos seus conceitos. A igualdade entre as pessoas, que leva à distribuição de afeto de forma indistinta e à distribuição de poder em função da competência pessoal, é base da Qualidade.

A seguir um quadro comparativo entre o que detectamos na REVAP, e os pressupostos implícitos nas normas ISO - série 9000 e na filosofia de qualidade total, segundo leitura de Hoffman, como suporte às conclusões.

Dimensões	Pressupostos na REVAP atuais	Implícitos na ISO/TQM [2]	Facilitador/Inib.
1 - Relacionamento com o ambiente	Submissão ao meio com tendência de se converter em harmonia com o meio. Identidade/missão definidas	- Identidade definida - Harmonia	Facilitador
2 - Natureza da Realidade e da Verdade	Realidade física Verdade no domínio do social por consenso grupal.	- Realidade física. - Método científico. - Pensamento Estatístico.	Facilitador / Inibidor.

3 - Natureza do Tempo	Orientado para o presente e policrônico. Esforços para introdução do planejamento.	- Futuro	Inibidor
4 - Natureza do uso do Espaço	Relacionamento igualitário	- Relacionamento igualitário	Facilitador
5 - Natureza Humana.	Os seres humanos são bons, passíveis de aprender e se aperfeiçoar	Os seres humanos são bons, passíveis de aprender e se aperfeiçoar	Facilitador
6 - Natureza da atividade	Postura pró-ativa. Maior importância ao trabalho, se comparado ao lazer/família.	- Postura pró-ativa.	Facilitador
7 - Natureza dos relacionamentos.	Colaboração a nível de grupo com resquícios de individualismo competitivo. Poder e afeto dentro do grupo.	- Poder distribuído de modo participativo.	Inibidor / Facilitador

É importante ressaltar que este quadro representa uma imagem do momento atual, visto que percebemos uma situação de mudança, principalmente ao longo dos últimos anos, onde podemos ressaltar a dimensão 1, quando foi visível uma alteração de Inibidor para Facilitador no caso da identidade e missão. Comenta-se que, desde 1988, por ocasião de um curso para gerentes da refinaria, já surgiam questionamentos sobre a razão de ser e/ou missão da REVAP. Isto evidencia o fato de que nesta época ainda não estava definida.

Alem da dimensão 1, a REVAP tem trabalhado forte nas dimensões 3 e 7, evidenciando um esforço constante no sentido de reverter estas duas dimensões e portanto, incrementar as possibilidades tanto da certificação, já obtida, quanto do estabelecimento de uma cultura sólida de qualidade em suas operações.

Até recentemente faltava uma abordagem da dimensão 2 que começou a ocorrer, de maneira mais organizada, a partir da necessidade evidenciada pelo esforço para a certificação ISO do QAV e MTBE e em parte, pelo nosso empenho.

4.2 - Análise do processo (Engenharia)

A seguir, esquematicamente, temos a forma como está organizada a análise dos dados de processo por parte da engenharia, no processo de geração e análise de índices gerenciais ligados à área de produção (índices de energia, de utilização dos equipamentos, de produção e meio ambiente)

Descrição do processo: Como Entradas para este processo temos:

a) Entradas: Dados de processo.

Inicialmente, cabe considerar que os dados coletados em uma refinaria de petróleo são altamente diversificados e estruturados; desta forma, no ambiente normal de trabalho de um engenheiro de processamento, usualmente são manuseados apenas uma parcela destes dados que são, basicamente, os dados de processo como vazões, pressões, temperaturas, níveis, etc. Estes dados são do tipo numérico (real ou inteiro), digitais (caso de alarmes ou estados de operação de equipamentos) ou alfanuméricos.

Os dados de processo (fluxos, temperaturas, pressões, etc.) são provenientes dos sistemas digitais de controle distribuído da planta. Os dados de tancagem (níveis e temperaturas de tanques de produtos) e os dados de laboratório chegam até à Engenharia de análise da seguinte forma.

Tipo de coleta dos dados:

Este tipo de dados, normalmente referenciados como "tags" (ou etiquetas identificadoras) de processo são coletados em intervalos fixos de tempo e arquivados em uma base de dados em ambiente VAX, acessíveis através de pacotes de software disponíveis em rede de micro para toda a equipe.

Existem atualmente dois tipos principais de coleta;

- Interface (ou drive de comunicação) direta com os SDCD's (Sistemas Digitais de Controle Distribuído) das áreas de processo, efetuando leituras de 15 em 15 segundos e arquivando os dados após um tratamento preliminar, onde são gravados apenas aqueles valores que ultrapassam determinados limites de variação e que passaram por testes visando sua confiabilidade. Este é o processo para onde estamos migrando, hoje já disponível para a maior parte da planta.

- Coletores de dados (hardware) manuais eletrônicos onde o operador digita os dados de processo lidos, conforme se apresentam nos instrumentos da área (ex.: leitura de 1 a 10). O equipamento calcula automaticamente a variável de processo aplicando o fator de correção ligado ao "tag" lido e faz um pré-tratamento da informação, não aceitando valores que fujam a uma faixa pré-determinada. Internamente, para cada coletor de dados existe uma lista pré-definida de tags dos instrumentos a serem lidos e suas respectivas características (fator, faixa de variação, etc.). Posteriormente esta informação é transferida para o microcomputador ligado à rede anteriormente referida para arquivamento na base de dados. Estes dados têm leituras efetuadas de 2 em 2 ou de 4 em 4 horas.

Recuperação dos dados de processo:

Estes dados são obtidos e manuscados a partir da base de dados, através de planilhas como Excel ou quatro pro, rodando em microcomputadores ligados à rede padrão Ethernet (adotado pela REVAP).

b) Entradas:

As metas negociadas pela Refinaria com a sede da PETROBRÁS; os dados de projeto ou de performance esperados para aquela determinada operação, cujos fornecedores são a Gerência da Planta e a Programação de Produção de curto prazo.

c) Processo

Como processo em si, temos o tratamento destes dados, incluindo as eventuais correções necessárias, a geração dos índices e sua análise crítica com relação às metas e/ou performance esperadas e o estudo e solução dos problemas evidenciados nesta análise.

d) Saídas:

Como saídas para este processo temos as informações/análises relacionadas aos índices, disponibilizadas através de relatórios e/ou rede de informática para toda a organização (incluindo a sede da empresa e demais órgãos operacionais) e o estudo/solução dos problemas evidenciados pelo processo.

A função destas saídas é de subsidiar a política relacionada a cada índice, visando a definições de prioridades de investimentos e suporte ao planejamento estratégico e tático de cada gerente de área de processo, contribuindo para o atendimento aos índices negociados pela refinaria com a sede (atendimento este que poderia ser considerado como um critério de avaliação do processo de análise).

Como proprietário do processo ou seja, como menor nível hierárquico com autoridade para alterar o processo, temos o engenheiro de análise de processos ligado à área de onde se originam os dados ou à qual se refere o índice gerencial.

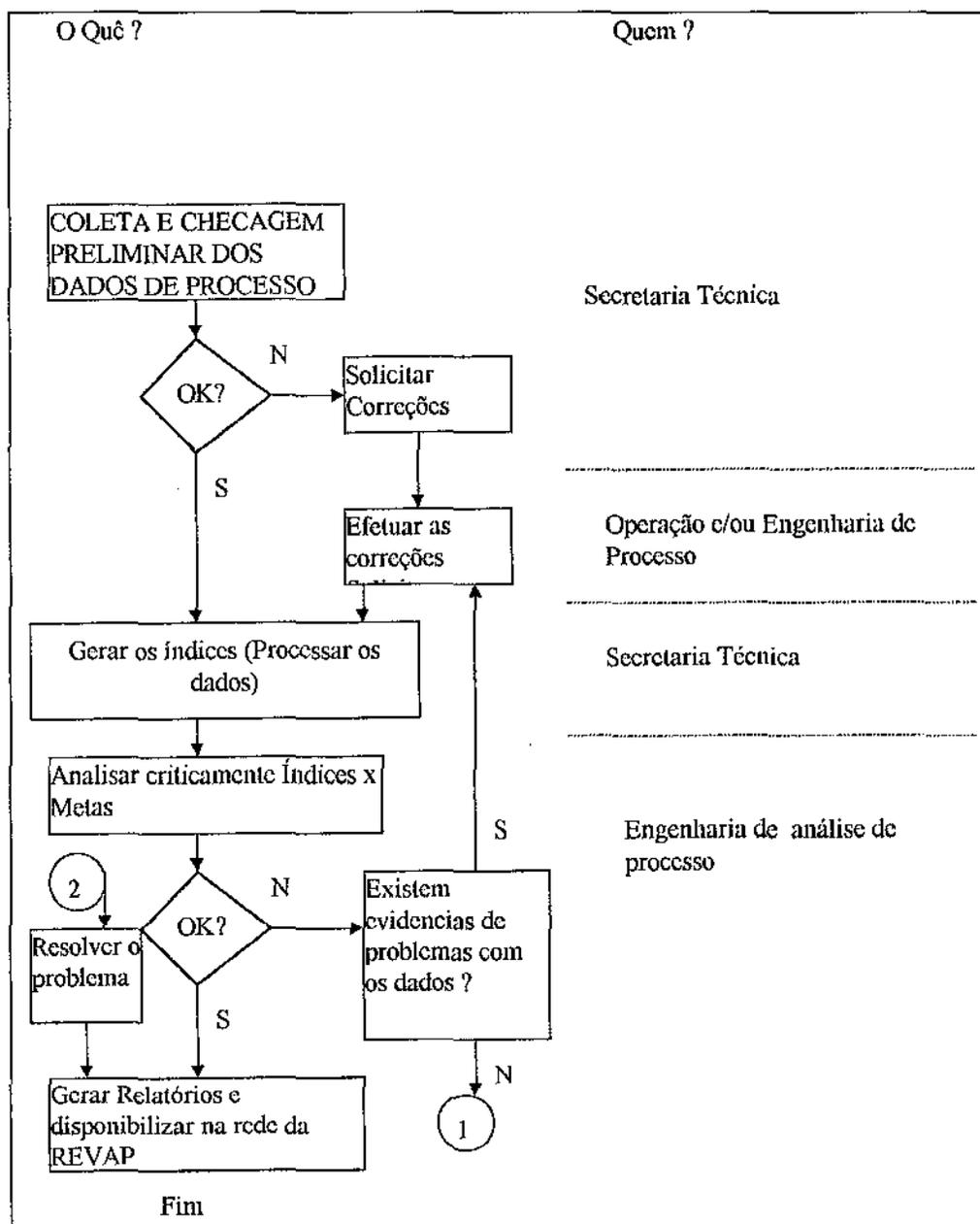


Figura I - Representação esquemática do processo

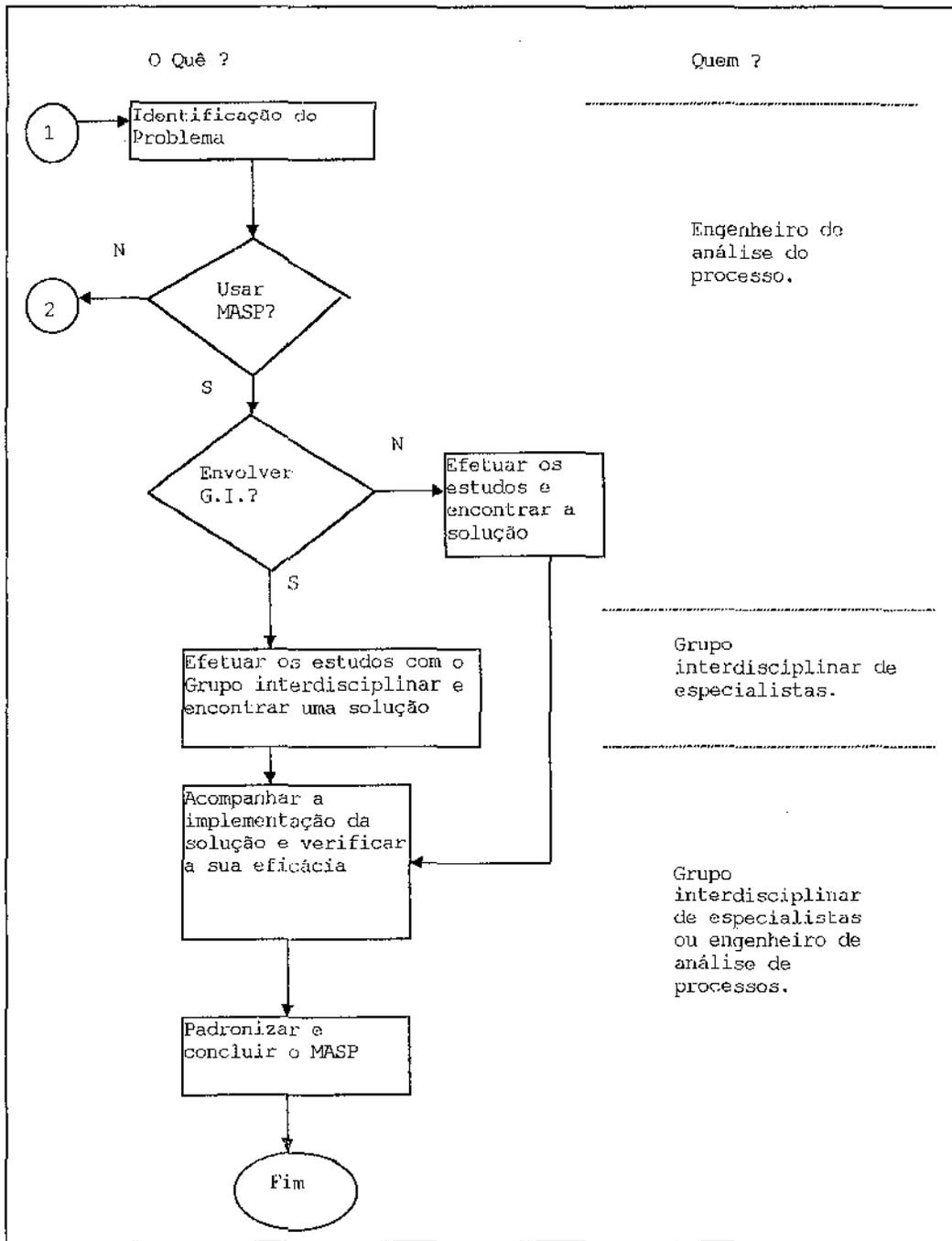


Figura J - Atuação da Engenharia de processo

A continuidade do fluxograma, ponto 1, representa basicamente a área de atuação da Engenharia de processo na REVAP, implicando na identificação e tratamento do problema sinalizado pela análise efetuada até o momento.

Como clientes internos ao processo, destacam-se a gerência da refinaria, inclusive os chefes dos setores operacionais, a operação e o público interno da REVAP; como clientes externos temos a sede (segmento do Abastecimento) e os demais órgãos operacionais da PETROBRÁS que tem acesso a estes dados através da rede corporativa.

Os critérios de avaliação deste produto resumem-se ainda ao de atendimento aos prazos combinados para entrega dos relatórios.

Conclusão:

Este processo interage com todas as demais áreas de resultados da refinaria, tendo em vista que a otimização do processo de produção leva inevitavelmente a produtos com mais qualidade (e menores custos), impactando as áreas de compra (como ex. a otimização nos insumos como energia, produtos químicos, etc.), de projetos (como resultado da solução de problemas e padronização) e de relações com os clientes (comunidade, no tocante ao meio ambiente e qualidade de produtos)

É importante notar que este processo se encontra afinado com a idéia da melhoria contínua, porém não é exatamente o mesmo em todas as áreas onde se gera e analisa índices gerenciais, evidenciando uma necessidade de padronização maior.

4.3 - Proposta de implantação de controle estatístico

4.3.1 - Descrição inicial:

Lembrando-nos do que discutimos no capítulo sobre processos de mudança, chegue-se à conclusão que existe uma lógica de atuação para se ter um mínimo de possibilidades de sucesso na introdução de uma proposta de alteração da forma de se trabalhar.

Assim, a lógica que nos moveu, de certa maneira, foi a seguinte:

1. Quando nos voltamos para uma indústria de processamento contínuo, como é o caso de uma refinaria de petróleo, o nosso primeiro passo é identificar em que ponto de sua organização o uso das técnicas estatísticas produzirá o melhor efeito ou o maior impacto nos resultados, resultando em ganhos reais.
2. O segundo passo é supor e/ou definir quais técnicas estatísticas serão apropriadas para o trabalho.
3. Finalmente temos o processo de introdução do conhecimento envolvido e a forma de utilização destas técnicas.

Na fase de identificação do grupo onde se deveria introduzir este uso, muito mais pelo conhecimento de nossa forma de trabalho, o pessoal da Divisão de Produção, operadores e Engenharia de análise naturalmente se colocaram como objetivo primário, tendo em vista o seu relacionamento direto com os resultados do processo produtivo da REVAP. Por outro lado, para nossa surpresa, outro subgrupo se mostrou muito mais receptivo durante o desenvolvimento do trabalho, conforme descrito a seguir.

Já no tocante a quais seriam as técnicas estatísticas apropriadas, optou-se inicialmente pelo controle estatístico de processos através dos gráficos de Shewhart, com alguns cui-

dados adicionais, como por exemplo, a adoção dos gráficos para pontos individuais, verificando o grau de autocorrelação e a normalidade das amostras usadas para cálculo dos limites de controle. Esta escolha do gráfico para pontos individuais ocorreu basicamente pela facilidade de construção e uso, embora tenhamos em alguns casos testado o gráfico EWMA e este tenha se mostrado também adequado; não foi adotado devido à necessidade de alguns cálculos adicionais e maior dificuldade de construção e uso/entendimento pela operação.

Estas técnicas estatísticas adotadas, por identificarem e possibilitarem a correção de desvios provenientes de causas especiais no processo de produção, através da atuação direta do operador, estão estreitamente relacionadas e incrementam **a eficácia de curto prazo**. Da mesma forma, por permitirem uma previsão de como o processo em pauta se comportará no futuro próximo, elas possibilitam ações gerenciais de reposicionamento e/ou de correção de rota, incrementando **a eficácia de longo prazo**.

Estas técnicas estatísticas, por possibilitarem o direcionamento dos esforços e energia disponíveis na solução adequada para cada tipo de problema, à medida que definem com razoável precisão que tipo de problema é e o tipo de causa que lhe deu origem, contribuem para a melhoria da **eficiência de curto prazo**.

Finalmente o CEP, na medida em que generaliza a consciência da necessidade de se trabalhar em equipe na solução dos problemas difíceis e/ou complexos, e incrementa o orgulho de se ser o responsável pelo processo produtivo, promove uma maior integração da equipe, resultando em melhoria da **eficiência de longo prazo**.

Com estes princípios em mente, embora não tão bem elaborados ainda, o primeiro processo de introdução do CEP foi tentado através de uma série de treinamentos dirigidos a alguns supervisores do setor de utilidades; em seguida, através do processo de atendimento ao item 4.20 da norma ISO 9002, tentar-se na produção do querosene de aviação e mais recentemente no do MTBE (Metil Tercio Butil Etil), quando então foi adotado pelo setor de desenvolvimento de produtos (laboratório).

Embora muitas áreas da Empresa já se utilizassem de algum tipo de controle estatístico como uma metodologia normal, em seu dia a dia, como por ex. na área de laboratórios, com seus planos de correlação laboratorial, com entidades externas, isso não tem sido particularmente verdade na área de processamento da Refinaria, onde se nota o desconhecimento de conceitos fundamentais, como o da variabilidade de processos, o que freqüentemente acarreta decisões de intervenção não apropriadamente fundamentadas (*Tampering*).

Tendo em vista algumas diferenças significativas entre processos contínuos (como o nosso caso) e os processos em batelada, poderia ser discutível a adaptação e uso de algumas

metodologias de controle estatístico mais conhecidas, como por exemplo o uso de estudos de capacidade e/ou gráficos de controle de processo.

No entanto, estávamos e estamos firmemente convencidos de sua aplicabilidade, porque em nosso dia a dia de analista do processo produtivo, foi possível detectar várias ocasiões onde perdas teriam sido evitadas caso houvesse o uso destas metodologias (vide anexo 1), como conceito e prática. Além disto, conforme já visto no capítulo 3.3, seria necessário apenas clarear e adequar estas ferramentas para a realidade da operação de uma refinaria.

Desta forma, e tendo em vista o objetivo maior de difundir o conhecimento que leva a resultados, nos propusemos a uma metodologia de implantação baseada no conceito do “experimentar inicialmente em pequenos passos”, base do conceito do PDCA e a partir dos sucessos, ampliar o alcance ou, a partir dos fracassos, corrigir.

A oportunidade que surgiu a partir da necessidade de atender ao item 4.20 da norma ISO 9002, para o caso específico do QAV, foi considerada uma forma extremamente útil, portanto, de se colocar em prática estes conceitos.

4.3.2 - Programa ISO 9002:

Toda mudança de métodos de trabalho provém de conhecimento adquirido, assim, a primeira fase foi a da difusão do conhecimento necessário ao uso dos métodos estatísticos; para isso iniciamos o treinamento de um pequeno número de pessoas da operação, no SETUT, preliminarmente e em fase posterior, o treinamento externo de pessoas para servir como multiplicadoras. Estas pessoas deveriam montar o núcleo inicial para difusão do conhecimento, nos seus respectivos setores, utilizando e fazendo utilizar as técnicas e ferramentas estatísticas básicas adotadas, o que posteriormente evoluiu para a idéia de formação de grupos de processo.

Estas técnicas e ferramentas básicas deveriam estar disponíveis em local centralizado e de fácil acesso para todos. No caso da REVAP, a proposta inicial foi de disponibilizar na rede de computação local, evoluindo posteriormente para a elaboração das normas gerais, por efeito da necessidade de atender ao item 4.20 da norma ISO.

4.3.3 - Verificação da eficácia do controle estatístico

A eficácia do controle estatístico, se isso é possível, pode ser verificada a partir de um incremento de vantagens. Esse incremento será expresso em dinheiro, como redução de custos ou aumento de rentabilidade; expresso em qualidade de vida, isto é, reconhecimento dos resultados do trabalho, ou expresso em melhorias de qualidade do produto, etc. Vantagens serão evidenciadas a partir dos resultados mostrados nos trabalhos individuais, à medida que estes forem se desenvolvendo.

Como estaremos tratando de trabalhos ao nível operacional, estes resultados poderiam, em sua grande maioria, ser traduzidos em forma de números e assim transcritos como relatórios gerenciais a serem divulgados na REVAP. Este item não se verificou na prática, até o momento, visto que os únicos trabalhos escritos com resultados verificados terem ocorrido em setores que não os operacionais.

O passo seguinte deverá ser a adoção e ampliação do uso das ferramentas estatísticas por parte dos grupos que tenham percebido as suas vantagens, fato verificado até o momento apenas no SEDEP, movimento que deverá ser estimulado e amparado pela chefia do setor envolvido, através da facilitação de cursos e difusão dos resultados obtidos para a estrutura.

Esta parte é fundamental para a extensão do processo.

4.3.4 - O que deve abranger o controle estatístico

O controle estatístico de processo, como ferramenta de trabalho, tem sua utilização mais adequada no controle e melhoria contínua dos fatores primordiais de qualidade percebida pelo nosso cliente, o que significa que nem todos os dados disponibilizados no processo precisam ou devem ser alvo dele. Da mesma forma, uma sala de controle repleta de gráficos ou cartas não significa necessariamente um ambiente de qualidade e satisfação e portanto, deve-se privilegiar o item de controle frente ao item de verificação e este ao dado que, momentaneamente, não representa informação.

O controle estatístico de processo só demonstra todo seu potencial quando a pessoa que dele faz uso tem um mínimo de conhecimento das teorias e práticas ligadas à qualidade; ela sabe quem são os seus clientes e fornecedores e o que se espera de seu trabalho.

4.3.5 - Processo de definição de itens do controle estatístico na REVAP:

A definição dos itens abrangidos pelo controle estatístico na REVAP deverá fazer parte desde o processo de planejamento estratégico, tático e até o operacional, contando este último com a participação intensiva das pessoas do nível operacional, visto que deverão ser as mais diretamente afetadas e beneficiadas. Segundo J.L. Schwarz [9] isto passa por:

- A) Selecionar o processo a ser trabalhado inicialmente;
- B) Listar todas as variáveis de importância do processo, isto é, que afetem significativamente a qualidade do produto.
- C) Selecionar as variáveis que são críticas;
- D) Estudar uma variável de cada vez;
- E) Levar esta variável ao estado de controle estatístico, eliminando suas causas assinaláveis;
- F) Instalar gráficos de controle para a operação monitorar o processo.
- G) Se necessário, só então reduzir a variação natural do processo através de ações gerenciais.

Assim, nas primeiras fases, nos propusemos a apoiar, através de cursos, palestras e trabalhos junto às pessoas escolhidas para deflagrar o processo, registrando todo o aprendizado positivo ou não obtido no caminho. Porém, posteriormente, não foi possível dar este apoio por necessidades de serviço, tendo que nos redirecionar e observar de longe o que acontecia, ficando, de certa maneira, descontinuado o trabalho.

4.3.6 - A operacionalização do controle estatístico - normas gerais (NG's)

Embora distanciados da parte relativa à operacionalização, ainda tivemos oportunidade de participar da elaboração das NG's que coordenam a implantação e uso das ferramentas estatísticas na REVAP, especialmente da primeira (anexo 2).

5 – Análise e conclusão

Inicialmente, a proposta não teve nenhum obstáculo explícito, mesmo assim não evoluiu além de alguns poucos treinamentos e de uma ou duas pessoas que começaram a usar as técnicas, além do autor das propostas.

Conforme pudemos verificar ao longo do trabalho, e explanamos a seguir, isto comprovou a necessidade do estudo preliminar da cultura organizacional para se aumentar as probabilidades de sucesso no processo de introdução da ferramenta (no caso o CEP) pretendida.

A primeira tentativa de introdução do conhecimento estatístico e dos gráficos de controle foi efetuada através de treinamentos efetivados para o pessoal do setor de utilidades, conforme já citado. Durante os treinamentos houve aceitação, entendimento e cooperação, porém no retorno ao dia a dia, aconteceu um progressivo abandono das técnicas recém-aprendidas.

Para entender o que estava ocorrendo, além das explicações clássicas, isto é, falta de uma conjugação de autoridade, influência e poder - CAPI [4], para introduzir a mudança na organização, recorreremos ao estudo da literatura relacionada aos mecanismos de mudança em uma organização.

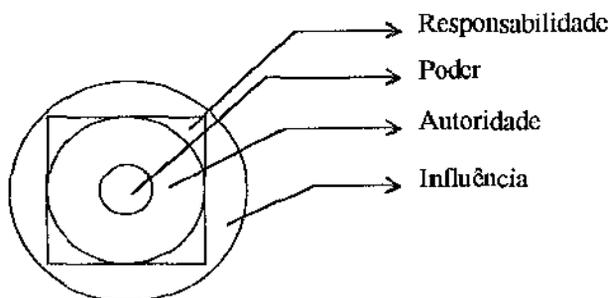


Figura K - O que é o poder

Segundo Ichak Adizes [4], para que ocorra qualquer mudança em uma organização, é necessário que a pessoa ou grupo responsável contenha em sua formação, o poder e autoridade para iniciar e manter o processo de mudança; além disto deve agir dentro do limite de suas responsabilidades, isto é, não tomar ações que representem “invasão de território” que iriam promover naturais resistências; deve também ter capacidade de influencia tal que mantenha o processo em ação até ocorrerem os primeiros resultados positivos. Esses primeiros resultados positivos seriam uma espécie de “combustível” capaz de induzir um processo de mudança na cultura da organização. É disto que tratamos no capítulo 2.

Concluindo, e até 1997, de uma maneira geral, observamos a seguinte evolução do processo de introdução do CEP:

a) no SEDEP:

Iniciou-se a aplicação com dois pontos, ou seja, análise de congelamento e fulgor do QAV, como efeito da necessidade decorrente da conquista da certificação, sendo depois estendida, por atuação do próprio pessoal, para outras análises onde foi sentida a necessidade, existindo hoje em torno de 50 gráficos de controle em uso, para algo em torno de 20 diferentes análises. O interessante deste fato é que esta extensão ocorreu por iniciativa própria do pessoal do laboratório, isto é, sem pressão por parte da chefia.

Como exemplo da forma de uso, seguem no anexo 3 excertos da planilha relativa a um mês. Alguns comentários, porém, se tornam necessários:

Conforme citado na operacionalização, os analistas do SEDEP se utilizam de uma planilha de Excel que está se tornando padrão na REVAL, visto embutir todos os cuidados iniciais considerados importantes para a aplicação da metodologia. Para facilitar o uso/aprendizado, eventualmente se imprime o gráfico, que fica anexado ao equipamento de análise.

O outro detalhe é que basta ao analista atualizar a planilha com o último valor, que automaticamente são atualizados os gráficos de controle, o que permite a avaliação no momento, por parte do analista, se o aparelho necessita de atenção da manutenção para calibração ou outro trabalho. Este setor, ainda, foi o único que chegou a efetuar estudos de capacidade de alguns equipamentos, no tocante ao processo de medição e análises críticas do próprio CEP.

b) nas unidades de processo:

No SEDHID, entre os operadores, não se notou o mesmo entusiasmo pelo uso do gráfico de controle, embora seja um dos setores que estão diretamente ligados à produção do QAV, existem apenas os absolutamente necessários para a manutenção da certificação do produto.

No SESCRA, o processo de introdução desta ferramenta está em andamento, e percebemos aí pelo menos uma pessoa sumamente interessada e em condições de provocar um crescimento no uso; essa pessoa vem gerando procedimentos internos do setor a partir das normas gerais e, com o apoio da gerência, desenvolvendo toda a estrutura que deverá gerar o grupo de processo de seu setor. Neste setor especificamente, temos como item de controle a pureza do MTBE.

c) no Setor de Utilidades:

Embora tenha sido o setor que teve mais pessoas treinadas inicialmente, não concretizou o uso naquele momento, permanecendo como uma promessa. Atualmente, com a definição de alguns itens de controle para viabilizar o atendimento de índices de consumo energético negociados pela refinaria com a sede da Companhia, já apresenta algumas cartas de controle para os equipamentos mais críticos (caldeiras e turbogeradores).

Jorge Luiz de Arruda Fialho.

Ref. bibliográficas:

- 1- Schein, Edgar. *Organizational Culture and Leadership* 1st ed. Jossey-Bass, 1991
- 2- Hoffmann, Silvana C. *Impacto da Cultura Organizacional no Processo de Implantação da Qualidade: uma análise dos pressupostos culturais facilitadores e inibidores.*, (Tese de Mestrado - UNICAMP 1995).
- 3- Deming, W. E. *Qualidade: A revolução da Administração*; tradução de Out of the crisis de Clave Comunicações e Recursos Humanos. Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, 1990
- 4- Adizes, Ichak. *Gerenciando as Mudanças: o poder da confiança e do respeito mútuos na vida pessoal, familiar, nos negócios e na sociedade*; tradução Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo, Pioneira, 1993
- 5- J.M. Juran (editor chefe), Frank M. Gryna (co-editor). *Controle da Qualidade - Handbook* - 4th edição- vol VI, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993
- 6- Lemos, N. ^a *Uma Introdução ao Estudo das Equipes* (Dissertação mestrado) Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1996
- 7- Montgomery, Douglas C. *Introduction to statistical quality control*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc, 1991
- 8- Grant, Eugene L, Leavenworth, Richard S. *Statistical Quality Control* - 6th edition, McGraw-Hill Publishing Company, 1988
- 9- Schwarz, J.L. e Vidaurri, F.C. *SPC: Soul for an Old Machine* - ISA TRANSACTIONS, vol 30, number 1, 1991
- 10- Western Electric Co., Inc. - *Statistical Quality Control Handbook* - Charlotte, North Carolina, Delmar Printing Co., 1985
- 11- Hradesky, John L. *Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade*; tradução de Productivity & Quality Improvement de Maria Claudia de Oliveira Santos São Paulo, McGraw-Hill, 1989
- 12- Montgomery, Douglas C. Mastrangelo, Christina M. *Some Statistical Process Control Methods for Autocorrelated Data* - Journal of Quality Technology, vol 23, No.3, July 1991
- 13- Deshpande, Pradeep B. *Achieve Total Quality Control of Continuous Processes* - Chemical Engineering Progress, July 1993
- 14 - Faltin, Frederick W., Woodall, William H. *Journal of Quality Technology*, Vol 23, No 3, July 1991
- 15 - Macgregor, John F. - *Journal of Quality Technology*, Vol 23 (3), July 1991
- 16 - Ryan, Thomas P. - *Journal of Quality Technology*, Vol 23, No 3, July 1991
- 17 - Alckmin, André. *Missão, Valores e Princípios de Gerenciamento* Paulínia, Rhodia, 1994 (apostila da Rhodia compilada).
- 18 - Hare, L. B. et al. *Quality Progress*, fev 1995
- 19 - Francis, A. E. e Gerwels, J. M. *Quality Progress*, October 1989. p. 70 a 75
- 20 - Dodge, H. F., A Sampling Inspection plan for continuous Production, *Annals of Mathematical Statistics*, Vol 14, No .3, September 1943, pp 264-279
- 21 - Dodge, H. F., Sampling plans for continuous Production, *Industrial Quality control*, Vol IV, No .3, November 1947, pp 5-9
- 22 - Stephens, Kenneth S., 'The ASQC Basic References in Quality Control: Statistical Techniques, Volume 2: How to perform Continuous Sampling (CSP)', may, 1979

Anexo 1: Água de resfriamento - TR-51501-REVAP

Trabalho do autor, apresentado inicialmente na Primeira Semana da Qualidade da REVAP, no final de 1992, reescrito especialmente para servir de ilustração a esta tese de mestrado.

Resumo:

Histórico dos problemas existentes no circuito de água de resfriamento da TR51501, sua abordagem pelo Grupo Interdisciplinar do SETUT, enfocando o uso das técnicas de qualidade e sua evolução até o momento (final de 1992).

Adicionada uma abordagem que indica os ganhos do pensamento estatístico aplicado a análises de processo e de solução de problemas.

I - Uma relação entre o PDCA, a ROTINA e a MELHORIA

No ciclo PDCA, sabemos que existem o planejar, o fazer (Do) o checar e o analisar, mas normalmente olhamos de forma muito simplista as relações entre estes quatro indispensáveis fatores, e nem sempre é muito clara para nós a partir de qual deles deve-se iniciar uma atuação ou trabalho. Uma possível abordagem para isto pode ser representada pelo fluxograma mostrado na figura a seguir:

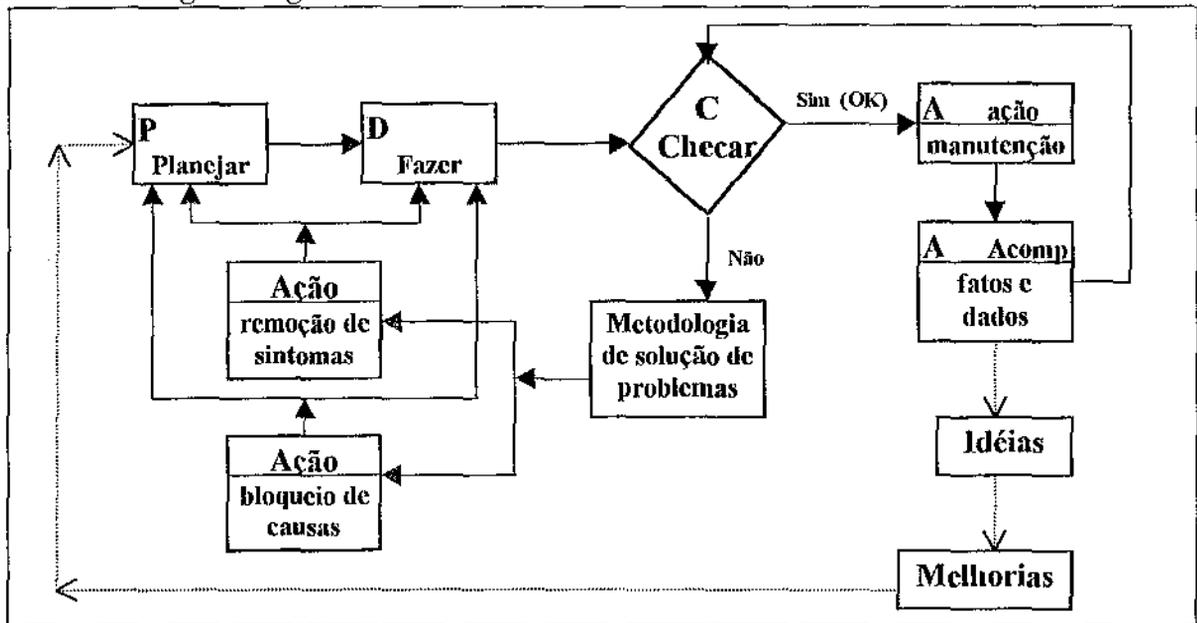


Figura L - Relação entre PDCA, rotina e melhorias

Podemos dizer, a partir da figura, que toda ação de intervenção deve ser composta de um planejamento e de uma atuação (Do), seguidos de uma checagem dos resultados obtidos. No caso desta checagem retornar uma indicação negativa, isso indica a existência de problemas, que podem ser solucionados via **MASP** (Metodologia de análise e solução de problemas), que implica em pelo menos duas novas ações de intervenção, uma para remoção dos sintomas detectados e outra para o bloqueio efetivo das causas, e este conjunto pode ser chamado de gerência da rotina.

No caso da checagem retornar uma indicação positiva, de OK, isto implica em ações de manutenção e de acompanhamento da situação, através de fatos e dados, ou seja, em uma contínua rechechagem, que também faz parte da rotina.

Aqui, na Rotina de Acompanhamento, se inseriria com perfeição o Controle Estatístico de Processo, na medida que alarmaria qualquer problema por antecipação.

Fechando o ciclo, podemos dizer que o conhecimento gerado a partir do acompanhamento ou análise, pode proporcionar o surgimento de idéias que poderão implicar em uma

nova ação de intervenção, neste caso representando a melhoria contínua preconizada pelas técnicas de qualidade.

Também aqui, na medida que o CLEP indicasse processos com baixa capacidade, serviria de alerta para ações de competência da gerência, visando melhorias/alterações do sistema.

II - Definição do sistema afetado:

II.a - Quem são os clientes?

No caso específico, podemos considerar como "clientes" todos os equipamentos das Unidades de Processo servidos pelos sistemas de água de resfriamento e/ou mancais do SETUT (Setor de Utilidades), ou, para os mais puristas, os seguintes setores da DIPRO (Divisão de Produção): SEDHID (Setor de Destilação e Hidrotratamento), SESCRA (Setor de Craqueamento e Desasfaltação a Propano) e SETUT.

Nota: Estes equipamentos têm como designação geral "trocadores" ou "permutadores", e sua função básica é de permitir a troca de calor.

II.b - Quais são os produtos?

Água de resfriamento de processo e de máquinas.

II.c - Quais são as características de qualidade que os produtos devem ter?

Estes produtos não devem corroer ou incrustar, devem ter um custo compatível aos demais tratamentos conhecidos na PETROBRÁS, devem remover calor eficientemente e manter esta capacidade ao longo do tempo, ter disponibilidade em vazão e pressões adequadas e não poluir o meio ambiente.

II.d - Como se medem estas características?

Corrosão: - Taxas de corrosão em corpos de prova versus um padrão ou meta estipulada para este tipo de tratamento.

Incrustação: - Taxas de deposição em corpos de prova versus um padrão ou meta estipulada para este tipo de tratamento.

Custo: - Custo total mensal em produtos químicos, água de reposição e energia pela vazão total recirculada ou pela quantidade de calor removido, referenciado em uma moeda estável.

Remoção de Calor: - Através das temperaturas da água fria (descarga para o sistema) e quente (retorno do sistema), aliado à vazão de recirculação.

Poliuição: - Através das características dos produtos químicos utilizados no tratamento e da vazão de purga contínua da torre.

III - Checagem do Sistema

III.a - Taxas de corrosão

O padrão ou meta é menor que 2,0 mpy (milésimos de polegada de penetração por ano), em cupões de aço carbono, com exposição maior ou igual a 20 dias.

As médias mensais observadas de janeiro a agosto/92, com um mínimo de 1,8 em janeiro e um máximo de 4,6 mpy em agosto, mostram problemas neste indicador.

III.b - Taxas de deposição

O padrão ou meta é menor que 1,0 mpd (miligramas depositadas por polegada quadrada por dia), em cupões de aço carbono, com exposição maior ou igual a 20 dias.

Médias mensais observadas de janeiro a agosto/92 com um mínimo de 0,55 em janeiro e um máximo de 1,95 mpd em julho, com tendência crescente ao longo do semestre, também mostrando problemas neste indicador.

III.c - Demais parâmetros (temperaturas, pressões) de processo ou custos

Não foram detectados problemas no acompanhamento das temperaturas de operação ou nos custos.

IV - Abordagem do problema pelo Grupo Interdisciplinar do SETUT

Dentro das prioridades estabelecidas pelo G.I. do SETUT, consta desde sua primeira reunião formal, ocorrida em 02/12/91, uma preocupação com problemas no sistema de água de resfriamento, citando "evitar contaminações frequentes no Sistema de A.R." como um problema a ser resolvido.

IV.a - Histórico da evolução do problema e ações tomadas:

Ata reunião do Grupo de 23/01/92: Consta em proposta de trabalho apresentada para o ano de 1992, como um dos cinco pontos prioritários, a necessidade de uma avaliação global nos Sistemas de água de resfriamento.

Ata reunião do Grupo, sem data, março/92: Após processo de Brainstorming no grupo, foram listados 10 problemas possíveis em nosso circuito de A.R. e, por votação, obtiveram-se os 5 mais votados, a saber:

- a) Custo do tratamento x eficiência
- b) Avaliação da qualidade da água
- c) Corrosão do lado da água maior que do lado do produto.
- d) Linhas sujas e/ou entupimento em determinados ramais ou equipamentos.
- e) Queda dos recheios da torre (TR51501).

- Ficaram então definidas as seguintes atribuições:

SETEQ:- Comprovar ou não o item "c", via levantamento dos dados disponíveis dos equipamentos.

SEAPRO:- Atualizar o item "a", e atuar como possível no item "b".

Ata da reunião do Grupo de 28/05/92: Definidos, nesta reunião, critérios de reparos na TR51501, em curso (item "e", acima). Citados, pelo SEAPRO, testes de avaliação do tratamento atual, em andamento no centro de pesquisas da firma fornecedora dos PQs de tratamento do circuito da TR51501, visando à avaliação de performance do tratamento.

Atas de reunião do Grupo de 04/06/92 e 25/06/92: Concluem, após levantamentos efetuados pelo SETEQ, embora ainda parciais, que realmente existe uma maior incidência de furos em permutadores, a partir do lado da água, para o circuito servido pela TR51501. Foi então elaborado o gráfico de "espinha de peixe", mostrado na figura a seguir.

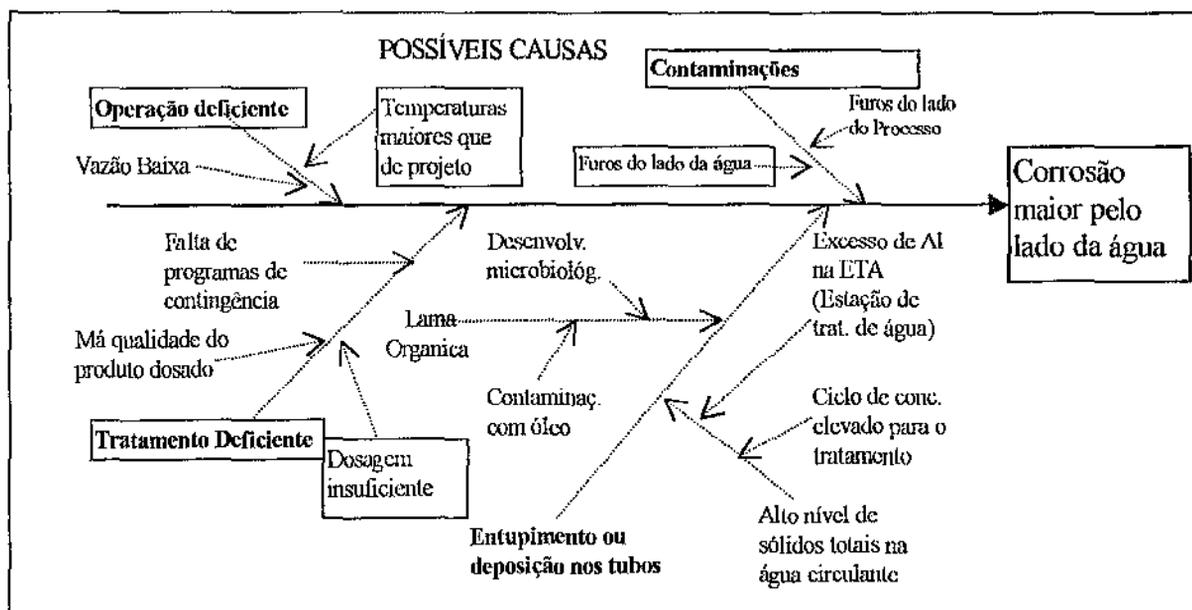


Figura M - Problemas de corrosão em A.R.

V - Metodologia da solução do problema

V.a - Definição:

Corrosão inaceitável no circuito de água de resfriamento da TR51501, manifestando-se pelo lado da água.

V.b - Importância do problema:

Ligado à continuidade operacional, visto que muitos permutadores não podem ser liberados para manutenção em caso de furo ou entupimento, sem parada ou redução de carga das Unidades de processo, caso dos listados: P22002; P22015; P22020; P27401; P27409; P21014; P21016; etc.

Ligado a custos, visto que um aumento da taxa de corrosão leva a necessidade de limpeza e/ou retubulação antecipada de feixes, além dos gastos em produtos químicos e água que inevitavelmente há sempre que ocorre uma contaminação, pela necessidade de descartes e uso de tratamentos de contingência, normalmente mais caros que o tratamento de manutenção.

Devem ser lembrados ainda, embora haja a dificuldade de se estimar, os custos decorrentes da perda de eficiência de troca térmica, por incrustações e/ou deposições que em casos mais críticos podem levar a problemas operacionais e/ou de especificação de produtos.

V.c - Histórico do tratamento da REVAP:

Segue-se um breve histórico dos tratamentos e resultados obtidos a partir de dados levantados em relatórios de acompanhamento da firma fornecedora dos produtos químicos e de trabalhos efetuados pelo SEAPRO e SETEQ:

Período até Set/82:

Tratamento próprio:

- 60 ppm tripolifosfato de sódio (20 ppm como ortofosfato)
- 20 ppm dicromato de sódio
- dosagens choque de pentaclorofenato para controle biológico

Problemas existentes:

Alta tendência à incrustação, provocada pela reversão do fosfato, levando a paradas frequentes da Unidade de destilação a vácuo para limpeza dos permutadores de topo.

Acompanhamento:

Taxas de Corrosão: Acompanhamento inexistente, embora um teste efetuado pelo SETEQ em agosto de 1981 em uma estação localizada na saída do P21034 tenha indicado valores menores que 1 mpy.

Taxas de Deposição: Acompanhamento inexistente.

Contagens Microbiológicas: Iniciou-se este acompanhamento a partir de março de 1982, com o abandono do pentaclorofenato, obtendo-se valores menores que 100000 col./ml de bactérias totais.

Observação: Claramente, a rotina de avaliação e análise, neste período não estava estabelecida, ou era extremamente deficiente, visto que não se encontrou histórico registrado.

Período out/82 até ago/84 (21 meses):

Tratamento firma A:

70/80 ppm de uma mistura fosfonato (ATMF) e zinco
50 ppm de um dispersante com azol na formulação
uso de cloro gás e biocidas não oxidantes diversos

Problemas Existentes:

Algas e descontrole microbiológico até início de 1984

Taxas altas de corrosão

Presença contínua de depósitos de origem orgânica

Ocorrência de contaminações diversas, a partir da parada geral da REVAP de maio/junho de 1983, iniciando com nafta do P22015 em agosto/83, setembro até dezembro/83 com o P22016 AF contaminando o sistema e sem condições de sair e em fevereiro de 1984 com o P22020 AB, só para citar as maiores.

Acompanhamento:

Taxas de corrosão: Muito instáveis, variando de 1 a 11 mpy no período mais crítico, com média em torno de 6 mpy. Inaceitáveis.

Taxas de deposição: Não há dados disponíveis.

Contagem microbiológica: Até março/84 valores maiores que 100000, considerados como limite superior da faixa aceitável.

OBS: - De set/84 a junho/85 houve um período de mudanças no tratamento, visando ajustá-lo às condições da planta e de resolução de problemas nos feixes de trocadores de calor.

Período jul/85 até out/90 (63 meses):

Tratamento firma A:

40-30 ppm de uma mistura de fosfonato carboxílico e zinco
80-60 ppm de uma mistura de dispersantes.
uso de cloro gás.

Problemas existentes:

Uma única contaminação com DEA rica (com H₂S), ocorrida em junho/86, levando as taxas de corrosão médias do mês ao nível de 11 mpy, expurgada da média considerada para o período. Sem outros problemas detectados.

Acompanhamento:

Taxas de corrosão: Estáveis, médias variando entre 0.5 até 1.2 mpy no período. Excelentes.

Taxas de deposição: Estáveis, médias menores que 0.5 mpy. Excelentes.

Contagens microbiológicas: Valores abaixo de 100000, considerado como limite superior da faixa aceitável.

Período nov/90 até ago/92 (21 meses):

Tratamento firma A:

40-30 ppm de uma mistura de fosfonato carboxílico e zinco
80-60 ppm de uma mistura de dispersantes.
uso de cloro gás.

Problemas existentes:

Sistema com contaminações frequentes; seguem-se listadas as maiores detectadas (dados do acompanhamento e do SETEQ):

Out/90 - P22020 E - Rompimento de parafuso do tampo flutuante.

Nov/90 - P22020 A - Rompimento de parafuso do tampo flutuante.

Jan/91 - P21036 B - Detectado tubo furado, foi plugueado e retornou à operação

Jan/91 - P21020 - Detectado 4 tubos furados, foi plugueado e retornou à operação, sendo retubulado em junho/91.

Fev/91 - P21036 B - Detectado tubo furado, foi possivelmente plugueado e retornou à operação, embora não haja registro claro.

Mai/91 - P22028 AB - Detectados vários tubos furados, foi retubulado.

Jul/91 - Derramamento de óleo lubrificante do ventilador da célula A.

Jul/91 - P22010 A - Rompimento de tubo, derramando aproximadamente 5000 l óleo em A.R.

Ago/91 - P22010 A - Apresentou outros tubos furados, este feixe tinha sido retubulado em nov/89; logo o tempo de operação foi de apenas 1,6 ano.

Out/91 - P27417 A - Apresentou tubos furados, foi retubulado.

Nov/91 - P22026 AB - Retubulado, retirado de operação em data não registrada, com tubos furados .

Nov/91 - P27417 B - Idem

Jan/92 - P22015 AB - Foram plugueados tubos furados, detectados em teste hidrostático. Não há registro de ter sido tirado de operação por contaminação, e sim por sujeira. Pode ter sido causa de contaminações intermitentes ou "fantasmas".

Fev/92 - P21036 A - Origem de uma contaminação.

Mai/92 - P22009 - Idem

Jun/92 - P21036 A e P27237 - Constatados como origens de contaminações.

Agos/92 - Amostrador da dessalgadora, contaminando AR

Agos/92 - P27407 C - Apresentou tubos furados.

Agos/92 - P27409 GH - Apresentou tubos furados.

Out/92 - P22015 AB - Teste de operação detectou tubos furados.

Out/92 - P22015 CD - Foram abertos e detectaram-se tubos furados.

Out/92 - P27409 CD - Apresentaram tubos furados.

Out/92 - P22009 - Provocou grande contaminação devido a 28 tubos furados.

Acompanhamento:

Taxas de corrosão: Estáveis, médias variando entre 1.8 até 4.6 mpy no período. Inaceitáveis.

Taxas de deposição: Estáveis, médias acima de 1.0 mpd. Excelentes.

Contagens microbiológicas: Valores abaixo de 100000, considerado como limite superior da faixa aceitável.

Comentários: É evidente, hoje, que uma quantidade tão grande de ocorrências anormais, em seqüência como a observada neste caso, seria resultante de uma "causa comum de variação", indicando necessidade de mudanças no processo; hoje sabemos terem sido o resultado da não aplicação de tratamentos de contingência logo após as primeiras ocorrências, no final do ano de 1990, e da não aplicação de procedimentos de passivação nos trocadores, como rotina de retorno de manutenção. A causa das primeiras ocorrências é classificada como especial, foram problemas não diretamente relacionados à Água de Resfriamento.

V.d. Objetivo proposto:

Retornar aos índices médios verificados no período de julho/85 a outubro/90

VI - Estudo das possíveis causas (figura)

VI.a - Operação deficiente dos trocadores de calor.

A partir de informações levantadas pelo SETHQ, e considerando a classificação a seguir:

Críticos: - Temperatura de saída da água $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (limite de efetividade para o tratamento utilizado), que implica na necessidade de algum estudo de processo ou de projeto, visando sanar este problema específico.

Anormais: - Temperatura de saída da água $> 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (temperatura de projeto da maioria dos trocadores da REVAP) porém $< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Normais: - Temperatura de saída da água $< 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Foi constatada a seguinte distribuição de trocadores:

U220: - para 48 trocadores, temos 4 feixes críticos (8,3%), 18 anormais (37,5%), 14 normais (29,2%) e 12 fora de operação ou sem THI no momento do levantamento dos dados.

U272/292: - para 15 trocadores, temos 1 feixe crítico (6,7%), 7 anormais (46,6%), 6 normais (40%) e 1 fora de operação ou sem THI.

U210: - para 25 trocadores, não foram levantadas as informações.

Embora tenham sido constatados feixes com temperatura de saída maior que $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, não foi possível concluir-se que esta é uma das causas do problema, visto que um aumento na formação dos depósitos ou na quantidade de lama circulante, pode reduzir o fluxo localmente, levando a este aumento de temperatura de saída da água.

VI.b - Tratamento deficiente, por dosagem insuficiente de produtos.

Este tipo de problema pode ser detectado a partir do estudo do residual de fósforo e zinco mantido na água recirculante, confrontado com a faixa de controle proposta pela firma fornecedora dos produtos químicos.

Faixa de controle:	Zinco entre	3.0 a 5.0 ppm
	Fósforo entre	2.3 a 2.7 ppm

Levantamento efetuado no período de janeiro a agosto de 1992, a partir dos relatórios mensais da firma fornecedora (valores médios de três análises semanais):

	Zinco	Fósforo
janeiro	1.5	1.4
fevereiro	2.0	1.4
março	2.2	1.9
abril	2.6	2.0
maio	2.7	2.2
junho	3.3	2.3
julho	2.5	1.7
agosto	2.6	1.3

Por estes dados, verificamos que apenas em junho os valores estão contidos na faixa preconizada, o que mostra claramente que se deve atuar nesta área.

Observação: Neste ponto, se adequaria como uma luva o uso de gráficos de controle para pontos individuais e range móvel, para manutenção dos valores sob controle.

VI.c - Contaminações freqüentes:

Conforme levantado no item *Histórico.*, tivemos uma contaminação em junho/86, 2 no final de 1990, 4 no primeiro semestre de 1991 (janeiro a maio), 6 no segundo semestre de 91, 6 no primeiro semestre de 1992, sem contar as contaminações "fantasmas", ou seja, aquelas que não se conseguiu identificar a origem, e sete ocorrências de julho até out/92, configurando uma situação de crise no tratamento do sistema.

Esta, sem dúvida, é uma causa de peso, pois tem a faculdade de estabelecer um círculo vicioso, que pode ser descrito da seguinte forma: Um feixe fura --> derrama óleo no sistema --> o óleo se deposita nos pontos de baixa velocidade e nos feixes dos permutadores --> o óleo alimenta e protege os microorganismos do efeito do cloro ---> os microorganismos sésscis se desenvolvem

e formam colônias aumentando o volume depositado (lama orgânica) --> o depósito provoca o aparecimento de corrosão por aeração diferencial (pites) e redução do fluxo de água no local; a combinação destes dois efeitos leva o feixe a furar antes do término de sua vida útil prevista, provocando nova contaminação.

VI.d - Entupimento ou deposição provocada por alto nível de sólidos totais:

Este tipo de problema pode ser detectado a partir do estudo do teor de sólidos totais dissolvidos na água recirculante, confrontado com a faixa de controle proposta pela firma fornecedora de produtos químicos.

Faixa de controle = STD até um máximo de 1200 ppm

Levantamento efetuado no período de janeiro a agosto/92, a partir dos relatórios mensais da firma fornecedora (valores médios de três análises semanais).

	STD
janeiro	não acompanhado
fevereiro	1153
março	845
abril	1028
maio	1226
junho	1143
julho	897
agosto	928

Por estes dados, verificamos que os valores, embora altos, se encontram dentro da faixa considerada como limitante, indicando que os depósitos porventura existentes nos feixes de permutadores têm sua origem basicamente em outra causa.

Comentários: Embora o levantamento a posteriori tenha demonstrado não ser esta uma causa provável, a importância dela permanece, valendo a elaboração de uma carta de controle para acompanhamento do processo.

VI.e - Entupimento ou deposição provocado por se operar com ciclos de concentração elevados:

Todo programa de tratamento de água de resfriamento é desenhado para ser efetivo em uma determinada faixa de ciclos de concentração e temperatura de operação, visto que ciclos altos implicam em número elevado de horas de retenção do produto químico no circuito, o que potencializa a sua tendência de degradar, como se observa no caso dos fosfatos, que tendem a reverter a forma de ortofosfatos e se depositar de forma não controlada nos pontos de temperatura alta. O atual tratamento, à base de fosfonatos de zinco, é um programa que prevê uma faixa de ciclos de concentração entre 5 e 7, preferencialmente centrado em 6 (valor que consta da proposta inicial e de vários trabalhos posteriormente efetuados).

Levantamento efetuado no período de janeiro a agosto/92, a partir dos relatórios mensais da firma fornecedora (valores médios de três análises semanais).

	Ciclos
janeiro	5.6
fevereiro	6.4
março	6.1
abril	6.6
maio	7.1
junho	8.1
julho	7.7
agosto	7.4

Temos que, dos oito valores médios verificados, os últimos quatro valores se apresentam acima da faixa especificada, porém, com tendência a retornar ao controle. Observamos ainda que a média do ano de 1991 foi de 6.5 ciclos, com apenas três valores acima de 7, o que sugere que também esta não deve ser uma "causa fundamental" do problema.

Observação: Mais um item que valeria acompanhar através de cartas de controle.

VI.f - Entupimento ou deposição provocado por se operar com presença de lama orgânica:

A presença de lama orgânica proveniente de contaminações com óleo e desenvolvimento microbiológico, um problema crítico no circuito de AM, e também presente no circuito de AR, foi comprovada por diversas análises efetuadas em depósitos retirados de permutadores quando de sua limpeza. Estas análises sistematicamente indicaram mais de 50% de orgânicos em sua composição. Além de lama orgânica verificou-se também uma certa quantidade de outros materiais, como restos de pássaros e pedaços de madeira tampando os tubos dos feixes, e que eram provenientes da torre de resfriamento.

Embora comprovado como ocorrendo na prática, cabe lembrar que o processo de formação desta lama é deflagrado a partir das contaminações com hidrocarbonetos, conforme já citado.

VII - Ações tomadas e em andamento:

VII.a - Ações ligadas ao item VI.a

Ficou acertado com o setor de projetos, em reunião do Grupo Interdisciplinar (ocorrida em 01/10/92), que serão efetuados estudos na parte hidráulica do SESCRA onde se detectou o maior número de permutadores críticos, em função da atual situação do sistema de AR e considerando as modificações previstas pela próxima ampliação da unidade.

VII.a - Ações ligadas ao item VI.b

Tendo em vista a necessidade de um maior controle na dosagem de produtos químicos, foi negociado com a firma fornecedora o fornecimento de um sistema de dosagem de maior confiabilidade, ficando acertado que, a partir do final de outubro (1992), com a entrada em vigor de nova AFM (autorização para fornecimento de materiais), seriam fornecidos os produtos em containers, providos de bombas dosadoras de precisão. No momento estão sendo efetuados os ajustes operacionais para ser executado o acerto.

Foi solicitado ainda à firma fornecedora dos produtos químicos um reestudo e adequação do programa de tratamento em vigor, o que foi executado em duas etapas:

- a) Uma diagnose on-line, em campo, do tratamento atual efetuada com apoio de um sistema móvel, efetuado no período de 26/03 a 24/04/92.
- b) Propostas de alteração no tratamento a partir das premissas de melhorar a performance otimizando o custo do tratamento.

A partir desta solicitação, a firma desenvolveu em seu Centro de Pesquisas diversos testes acelerados de corrosão, os quais foram parcialmente acompanhados pelos técnicos da REVAP, testando-se todas as tecnologias disponíveis, dentro das premissas acima, isso, combinado com a diagnose efetuada na planta, resultou em novo programa proposto para ser implementado a partir de outubro/92.

VII.c - Ações ligadas aos itens VI.c a VI.f

Foi negociada com os setores de operação a adoção de programas de limpeza, cobrindo todos os trocadores liberáveis em operação e prevendo a limpeza dos demais nas próximas paradas para manutenção da Unidade. Embora reconhecidamente de custo elevado, tal esquema é necessário para se quebrar o ciclo formado pela presença de grandes quantias de lama no sistema.

Foi abandonado pelo setor de inspeção de equipamentos da REVAP, já no início de 1991, o critério de se assumir como aceitável a espessura zero (no cálculo da vida útil) nos permutadores que fossem liberáveis em operação e nos quais a pressão no lado do produto fosse menor que no lado da água, uma vez que, quando ocorriam picos de pressão no lado do hidrocarboneto, ocorria vazamento de produto para a água, tornando extremamente difícil a identifi-

cação do ponto de contaminação (contaminações fantasmas). No atual critério, calcula-se a espessura mínima pela pressão, com base nas fórmulas do ASME 8 e adota-se uma sobreespessura de segurança, conforme o quadro a seguir:

Espessura mínima calculada	Espessura mínima adotada
$e < 0.5 \text{ mm}$	0.5 mm
$0.5 < e < 0.7 \text{ mm}$	0.7 mm
$0.7 < e < 1.0 \text{ mm}$	1.0 mm
$e > 1.0 \text{ mm}$	Critério por definir

Acertado com o SETUT a limitação do ciclo de concentração por sílica do sistema de AR em no máximo 7.0, a partir de setembro de 1992.

Anexo 2: Resumo das Normas relacionadas à Estatística na REVAP

Essas normas definem como são as principais técnicas estatísticas utilizadas na REVAP:

- A) Tabela de distribuição de frequências
- B) Histograma de frequências
- C) Diagrama de dispersão
- D) Médias
- E) Amplitudes
- F) Gráficos de controle para variáveis.

Definem ainda dois grupos distintos de funcionários, o Grupo de Processo, formalmente definido pelo gerente do setor, responsável pela aplicação do CEP após treinado, e o Grupo de Assessoria, coordenado pelo SEDEP (setor de desenvolvimento de produtos e laboratórios). Este último é o encarregado da implantação e treinamento, além de apoiar na identificação das variáveis críticas do processo.

As várias etapas para implantação do CEP na REVAP obedecem ao seguinte fluxograma:

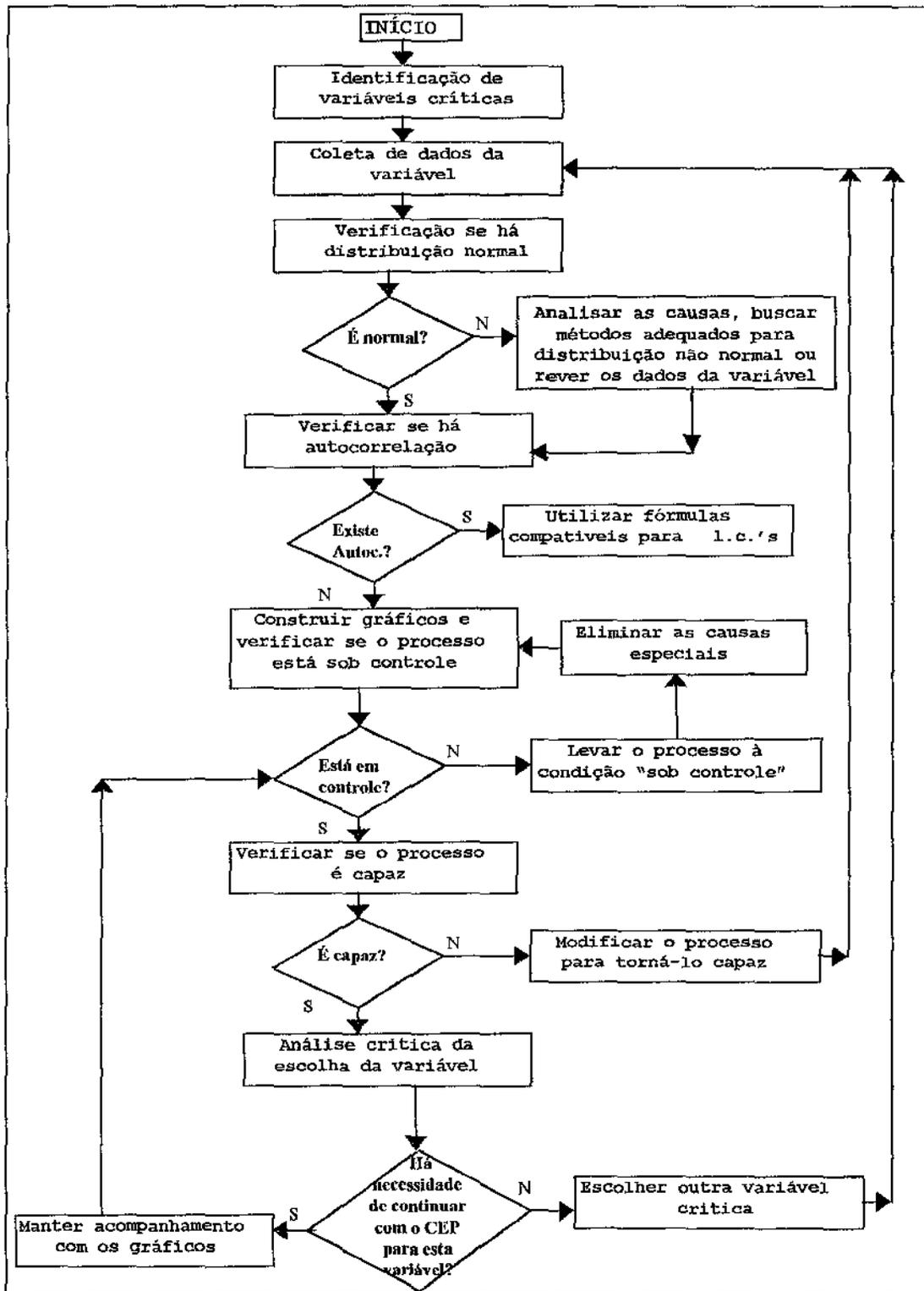


Figura N - Fluxograma de implantação do CEP

Anexo 3: SEDEP - Ponto de Congelamento do QAV-1 - diário de bordo

CEP do Processo Analítico - Segunda Avaliação - 28/05/96

Equipam.	Herzog SC-860 II
Amos. Ref	QAV-1
Lote No	
Unidade	oC
Frequência	Semanal
Colocado em operação em 18/07/96	

DIÁRIO DE BORDO = PONTO DE CONGELAMENTO

No	Data	Grupo	Técnico	Pto congel.	Pto congel.	Especificado	OBS
				observado oC	corrigido oC		
1	25/11/96	II	WELLS	-50,3	-50,3	SIM	
2	02/12/96	V	MÁRCIO	-50,36	-50,4	SIM	
3	09/12/96	III	ROSANGE LA	-50,43	-50,4	SIM	
4	23/12/96	IV	RESENDE	-50,37	-50,4	SIM	
5	30/12/96	II	EVANDRO	-50,2	-50,2	SIM	
6	06/01/97	V	CLAUDIO	-50,28	-50,3	SIM	
7	13/01/97	III	GUSTAVO	-50,01	-50,0	SIM	
8	20/01/97	I	ANTONIO	-50,11	-50,1	SIM	
9	27/01/97	IV	ESTEVAN	-50,15	-50,2	SIM	
10	03/02/97	II	PAULO	-50,21	-50,2	SIM	
11	10/02/97	v	JORGE	-50,26	-50,3	SIM	
12	17/02/97	III	ROSANGE LA	-50,28	-50,3	SIM	*
13	18/02/97	HA	PAULO	-50,31	-50,3	SIM	**
14	18/02/97	HA	PAULO	-50,23	-50,2	SIM	
15	24/02/97	I	ANTONIO	-50,14	-50,1	SIM	

DATA	OBSERVAÇÕES
17/02/97	Verificados 6 pontos indicando tendência decrescente. É necessária ação preventiva do CQL
18/02/97	Realizada verificação geral no sistema e limpeza no sistema ótico pelo I.S João Eder e TQ.II Paulo Vasconcelos e TQ.III Marco Reis.

Anexo 4: Teste de monitoração de dados de processo contínuo com gráfico EWMA

a) Motivação para o teste:

Sabidamente uma alternativa para os gráficos de cartas individuais, o gráfico EWMA apresenta as seguintes vantagens teóricas sobre este e sobre os gráficos X-barra:

1 - Diferentemente dos gráficos x-barra, trabalha bem mesmo quando os dados do processo não são normais.

2 - Pequenas perturbações no processo podem ser detectadas por este gráfico mais rapidamente que pelo gráfico das médias. Isto pode ser útil, por ex., em casos de processos químicos e/ou petroquímicos, onde pequenas mudanças no valor de um ingrediente ou matéria prima, podem ter um grande efeito no produto final.

b) A estatística EWMA

O gráfico de controle EWMA é uma média móvel ponderada entre a atual e a média (observação) anterior, necessitando do seguinte cálculo:

$$W_t = \alpha \bar{X}_t + (1 - \alpha)W_{t-1} \dots \dots \dots 0 < \alpha \leq 1$$

Nesta equação, α é o peso da amostra atual, e $(1 - \alpha)$ é o peso da amostra (ou média) anterior.

Menores valores de α aumentam a sensibilidade do gráfico para perturbações menores; e maiores valores aumentam a sensibilidade para grandes variações. Valores no intervalo de 0.05 a 0.3 são usualmente recomendados, com $\alpha = 0.1$ ou 0.15 sendo valores mais comuns.

O valor inicial da estatística $W_0 = \bar{\bar{X}}$, é obtido das amostras preliminares utilizadas para gerar o gráfico. A linha central e os limites de controle são calculados da seguinte forma:

$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\alpha}{2 - \alpha}}$
$LC = W_0 = \bar{\bar{X}}$
$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\alpha}{2 - \alpha}}$

A média do Range (amplitude) pode ser obtida das amostras preliminares e a constante A_2 , na maioria dos textos que tratam do assunto.

Artigos lidos sugerem também esta abordagem como a melhor para dados com autocorrelação, embora também sugiram o uso de modelagens como séries temporais (ARIMA) e outras mais complicadas.

c) Metodologia do teste:

A partir de uma alteração no processo, bem definida no tempo, no caso o fechamento de um ramal do sistema de traço de vapor (aquecimento de uma linha de óleo combustível ultraviscoso para queima) ocorrida no dia 21/10/96, foram coletadas informações (3 leituras diárias) do total de vapor produzido na REVAIP no período anterior (01/10 até 20/10) sendo a partir destes dados calculados os limites de controle para os seguintes casos:

c.1 - Pontos individuais

c.2 - Médias das três leituras diárias

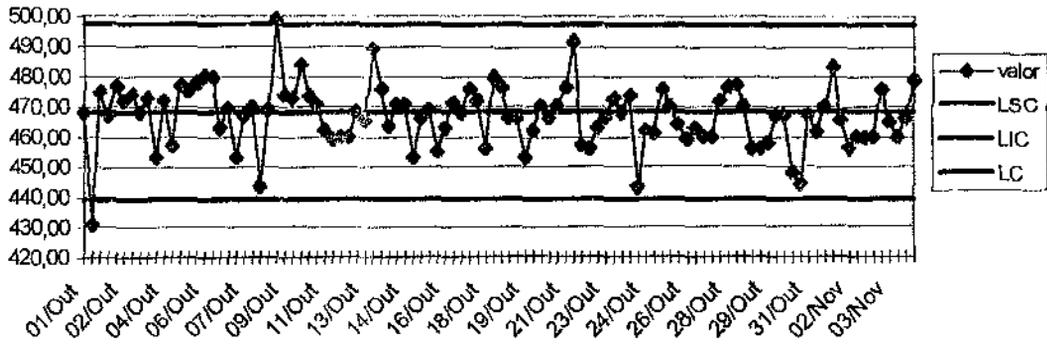
c.3 - EWMA dos pontos individuais com alfa = 0.10

Para acompanhamento, foram registrados os valores de 21/10 até 04/11, incluídos nos gráficos.

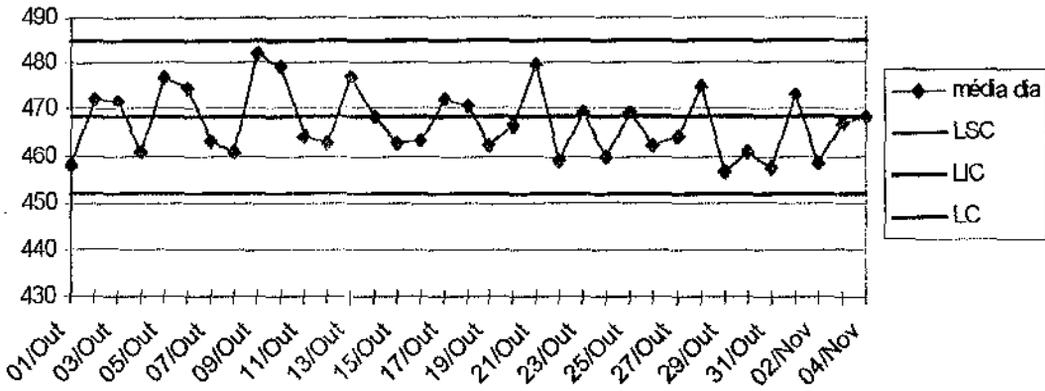
d) Conclusão:

O gráfico EWMA, pelo menos para este caso, foi muito superior no sentido de indicar uma alteração no processo, que de outra forma seria muito difícil de ser percebida, haja vista que variações em torno de 2 toneladas/hora em uma produção horária na faixa de 470 ton./hora equivale a menos de 0,5%, sendo fácil de imaginar que seria totalmente absorvida pelo ruído do processo.

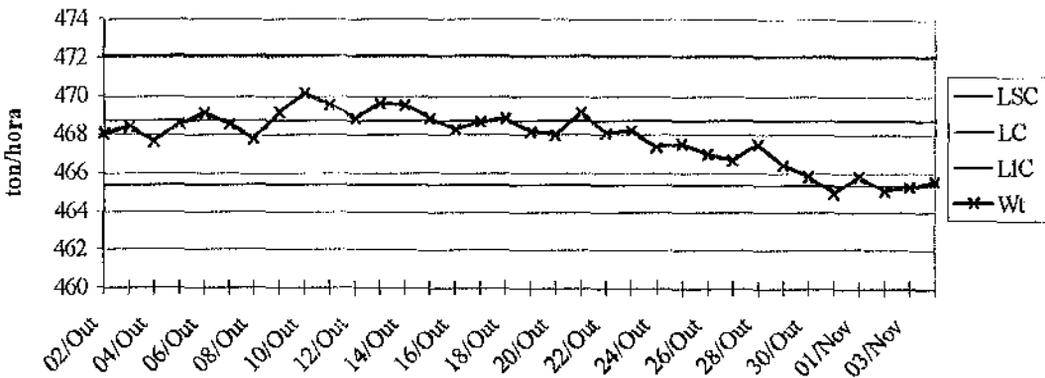
Valor - Pontos Individuais



MÉDIAS dos três pontos diários



EWMA para médias V102/dia - alfa = 0.1



Dados utilizados:

Data	tot23	tot07	tot15
01/out	468,0	430,9	475,0
02/out	467,0	477,0	472,0
03/out	474,0	468,0	473,0
04/out	453,0	472,0	457,0
05/out	477,2	475,5	478,0
06/out	480,2	479,9	463,0
07/out	469,3	453,0	467,0
08/out	469,8	443,3	469,0
09/out	499,0	474,0	473,0
11/out	471,0	462,0	459,0
12/out	459,9	460,0	468,0
13/out	465,3	489,1	476,0
14/out	463,4	471,0	470,9
15/out	453,1	466,0	469,0
16/out	455,0	463,0	471,4
17/out	468,0	476,0	472,0
18/out	456,0	479,9	476,6
19/out	466,4	466,4	453,0
20/out	462,0	470,4	466,4
21/out	470,4	476,7	491,7
22/out	457,0	456,0	463,0
23/out	466,5	473,0	468,0
24/out	474,0	443,0	462,0
25/out	461,2	476,0	470,0
26/out	464,0	459,0	463,0
27/out	460,0	460,0	472,0
28/out	477,0	477,6	470,0
29/out	456,0	456,0	458,0
30/out	466,9	467,0	448,0
31/out	444,0	467,0	461,8
01/nov	470,2	483,5	465,7
02/nov	456,0	460,0	459,6
03/nov	460,0	476,0	465,0
04/nov	460,0	466,0	478,8