

PREVENÇÃO DE OCORRÊNCIA DE DESVIOS EVENTUAIS NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL - UM ENFOQUE OPERACIONAL

Edison da Silva Campos
Riocell S.A. - Guaíba - RS - Brasil



Resumo

Nos processos de produção de celulose e papel, quando se é surpreendido com o surgimento de um evento indesejável em determinado sistema, provocado por um ou mais desvios de processo, recorre-se normalmente às alternativas que, presumivelmente, permitam a eliminação das causas e efeitos deste evento. Nem sempre, porém, as melhores alternativas estão disponíveis no momento em que são necessárias e, conseqüentemente, as perdas no sistema são inevitáveis. Isto acontece, principalmente, devido ao despreparo das pessoas que tomam decisões ao enfrentar determinados problemas, seja por estes jamais terem ocorrido no passado, ou em caso contrário, por não haver qualquer vestígio de quais decisões foram tomadas para solucionar anteriormente este problema.

Uma vez, porém, conhecidas as alternativas adequadas para tratamento dos desvios de processo, pode-se agir sobre suas causas tentando eliminá-las. Mesmo assim, a ação executada após a ocorrência do efeito indesejável costuma ser denominada de "apaga incêndio" e, portanto, não evita desperdícios que bem poderiam ser evitados se os desvios geradores deste evento não ocorrecem.

Este trabalho procurou criar ferramentas que possam transpor estas dificuldades, buscando a elaboração de uma sistemática de análise de eventuais desvios do processo a nível operacional, onde apareçam as possíveis causas destes desvios e sugestões de ações preventivas e corretivas necessárias para melhor gerenciá-los. Com isto, também, são facilitadas as tomadas de decisão quando ocorrerem desvios de processo, minimizando assim os desperdícios por perda de produtividade e qualidade decorrentes da falta de um plano de ação previsto para tais situações. Esta sistemática teve como base a técnica PPA (Potential Problems Analysis) desenvolvida por Kepner & Tregoe, as técnicas de Gerenciamento de Riscos tais como HazOp (Hazard and Operability Studies), FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), "What-if" Analysis e FTA (Fault Tree Analysis), a técnica da prevenção por predição denominada PDPC (Process Decision Program Chart) e, principalmente, a participação de alguns instrumentos criados durante o desenvolvimento deste trabalho, para facilitar a coleta de dados e aplicação dos conceitos dentro do processo de produção de celulose e papel.

Introdução

Algumas vezes os processos de produção de celulose e papel têm presente a situação de verdadeiro caos que se revela ao interromper a operação de determinados equipamentos de considerável relevância dentro do processo. Com isto, normalmente, interrompe-se também todo o fluxo produtivo causando grandes perdas de produção. No caso em que ocorram não conformidades, temos também uma situação que pode traduzir-se em grandes perdas, uma vez que a inércia neste tipo de processo é, geralmente, muito grande. Quando se percebe a ocorrência de determinado problema de qualidade e se toma uma ação para neutralizá-lo, sabe-se que ele poderá continuar ainda por um longo período de tempo devido às residências em tanques, reações químicas complexas, etc..

Diante disto, pode-se perceber o quanto as perdas por paradas ou por ocorrência de não conformidades podem se traduzir em desperdícios que acabam por pesar bastante na eficiência global da empresa. Para ilustrar melhor esta situação, apresenta-se-á a seguir alguns obstáculos de natureza técnica e comportamental que dificultam o perfeito andamento destes processos:

a) **Os problemas de operação são muitas vezes de difícil identificação e solução.** As causas destes problemas precisam muitas vezes de uma profunda análise para que possam ser detectadas e eliminadas. Há inúmeras variáveis que participam do processo e isolar a contribuição de cada uma delas é uma tarefa bastante difícil de ser realizada. Deve-se levar em conta que o problema pode ocorrer com combinação de duas ou mais causas.

"Trabalho apresentado no 26º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo - SP - Brasil, de 22 a 26 de novembro de 1993".

b) **A ocorrência de mais de um problema, simultaneamente, pode confundir totalmente os operadores.** Se determinado sistema não é acompanhado tecnicamente de forma efetiva, não se saberá qual a situação específica de cada um de seus componentes e, qualquer problema mais complexo pode levar os operadores ao pânico.

c) **Inexistência de registros adequados das ações empregadas para resolver problemas de processo e os resultados, bem sucedidos ou não, obtidos por estas ações.** A forma de como enfrentar determinado problema é uma particularidade de cada operador, onde somente sua experiência e sua memória lhe servem de referencial. Pode acontecer, por exemplo, que determinado problema já tenha ocorrido em outra ocasião, mas o desconhecimento dos fatos e das ações empregadas para enfrentá-lo, desfavorecem tomadas de decisão que poderiam ser bem mais eficazes.

d) **Estar convencido de que tudo está andando bem.** A atuação dos operadores se faz cumprir somente quando ocorrem os problemas, sem haver um plano contínuo e efetivo de inspeção. Se acompanharmos o processo em sua extensão, observando todos seus detalhes sempre encontraremos algo que pode ser melhorado ou melhor controlado. Segundo a segunda lei de Murphy, "quando deixadas por si mesmas, as coisas vão de mal a pior" e, portanto, conforme um dos corolários da mesma lei, "Se tudo parece estar andando bem, é porque você não olhou direito".

e) **Pensar somente em si e na sua área.** Muitos participantes de uma organização não tem a compreensão da visão sistêmica. Desconhecem que se uma parte do sistema vai mal, isto irá afetá-los direta ou indiretamente. É como no caso daquela pequena embarcação que estava furada em um dos lados e um dos pescadores se negava a ajudar seu companheiro alegando: "Ora, o furo não está do meu lado!".

f) **Sempre falar mal das outras áreas e dizer: "Este problema foi gerado pela área tal e, portanto, não tenho nada a ver com ele".** A rivalidade entre áreas e mesmos entre turnos de uma mesma área é comprovadamente danosa. Ela inibe o fluxo de informações e com isto não permite a melhoria do processo, além de criar diferentes procedimentos e critérios para a tomada de decisão.

g) **Resistência a mudanças.** Não querer modificar a atuação dentro do processo pelo fato de que durante muitos anos os procedimentos foram executados de determinada forma e sempre funcionaram bem (será mesmo?).

h) **Pensar que sua maneira de fazer as coisas é a melhor.** As diferentes maneiras de executar uma mesma operação, peculiares a cada operador e/ou a cada turno, impede que haja uma mesma linguagem operacional e uniformidade de procedimentos. Muitas pessoas cobrem seus cérebros com uma espécie de filtro mental que os impede de receberem novas idéias. "Não importa como é a nova idéia, não irei mudar" é uma afirmação típica destas pessoas.

i) **Sempre achar desculpas que levam a não se fazer nada.** A agitação no dia a dia do processo fabril desvia as atenções, muitas vezes, das grandes pendências que poderiam ser melhor estudadas e resolvidas. Vamos "empurrando com a barriga" como se diz na gíria. Muitas vezes quando se pensa em atacar um problema, existem outros que mesmo não sendo prioritários concentram toda energia do grupo para si e, com isto, inibem iniciativas de se atacar problemas potenciais.

j) **Não ter o senso da realidade.** Às vezes é mais fácil achar que o que ocorre de errado é culpa de algum fenômeno de natureza metafísica que escapa ao entendimento racional. Se esquece que tudo no processo tem uma explicação científica, que se ainda não foi encontrada é porque seu domínio sobre conhecimento científico é ainda um tanto limitado ou que se deve desenvolver uma nova percepção das coisas que não podem ser resolvidas pelo raciocínio lógico clássico.

k) **Falta de vontade.** Pela característica do processo contínuo, as operações são bastante automatizadas e os operadores tem como função principal, em muitos casos, a de acompanhar o processo controlando parâmetros através de instrumentos, painéis de controle, SDCD, etc. ou quando é possível, através da visualização do produto final. O que foge a isto, para alguns operadores, exceto em casos de emergência, é visto com apreensão. Para estas pessoas, basta fazer o "feijão com arroz" do dia a dia que tudo estará bem.

l) **Sempre tomar decisões baseadas em sentimentos e não em dados e fatos.** Somos intuitivos por natureza, e isto não significa que se trata de uma característica que deva ser descartada, pelo contrário, cada vez mais se fala em pensamento holístico, controlado pelo lado direito do cérebro (o outro lado seria o racional) e o quanto ele pode nos auxiliar nas tomadas de decisão. Não se pode, porém, confiar só na intuição e desprezarmos todo o desenvolvimento de técnicas que nos auxiliariam a decidir melhor, baseadas principalmente em informações

confiáveis. Também não devemos deixar nosso pensamento intuitivo ser esmagado pelo lógico. É importante que um equilíbrio entre os dois seja mantido.

m) Aquele que decide tem a tendência de optar pela primeira solução que lhe vem a mente. Raramente é a primeira solução a melhor solução. O tomador de decisão coloca em jogo, às vezes, todo o sucesso de uma operação porque não quer parecer contraditório ou indeciso perante outras pessoas. Buscar novas alternativas não deveria ser vergonha para ninguém, mas sim demonstram a capacidade do operador de empregar técnicas avançadas de resolução de problemas. Os japoneses, por exemplo se caracterizam por analisar muito bem todas as alternativas antes de tomar uma decisão. Mas, uma vez tomada a decisão há uma grande agilidade em colocá-la em prática.

n) O erro em pensar que uma vez ter sido tomada uma decisão não se pode voltar atrás. Esta "má concepção" permite afirmar que uma vez partindo em um rastro, só uma direção pode ser perseguida. A habilidade para expandir os fatores que pareciam ser limitantes para uma decisão inicial é um sinal de uma tomada de decisão bem sucedida. Por outro lado, deve-se evitar a tomada de decisão precipitada quando isto for possível.

o) Confiar em "achismos". Focalizar uma suposta causa do problema que foi evidenciada por outra pessoa que se considera "expert" no assunto, sem buscar a veracidade destes fatos, perseguindo a partir daí uma indicação questionável e muitas vezes se afastando da verdadeira causa do problema, é uma atitude um tanto perigosa. Quando surge um problema, surge também a chance de determinadas pessoas destacarem-se como "aquele que sugeriu a melhor solução para o problema". Este tipo de atitude carece de maturidade porque os problemas deveriam ser resolvidos em grupo, para garantir que se ocorrerem novamente, não dependam da "genialidade" de uma só pessoa.

p) Falta de incentivos a discussão de problemas operacionais por constituírem, muitas vezes, verdadeiros tabus dentro da área. Algumas pessoas, principalmente, a nível de chefia criam barreiras aos operadores no que diz respeito aos problemas de processo. Usam isto como forma de poder; desconhecem, na maioria das vezes, o quão negativamente resulta este tipo de atitude. Os bloqueios decorrentes daí agem como fatores de desmotivação e de impedimento a evolução do sistema.

q) Falta de consistente competência técnica adequada a complexidade de performance do processo e/ou do produto. Isto está relacionado a falta de domínio tecnológico, em outras palavras, baixo nível técnico de alguns operadores. O quanto os operadores são suficientemente treinados? O que é transferido de operadores mais experientes para os novos? O quanto o treinamento teórico-prático é efetivo? Sabe-se que a experiência prática associada ao conhecimento teórico pode capacitar de forma adequada os operadores, mas se poderia abreviar de forma considerável o tempo que o operador gasta para atingir um nível satisfatório de aptidão, se fosse possível lhe fornecer um treinamento de altíssimo nível, prestando um apoio posterior quando da aplicação prática dos conceitos ministrados.

Por todos estes obstáculos que foram apresentados e comentados, pode-se constatar o quanto seriam mais eficazes as ações que se originam de uma sistemática de prevenção cuja meta é antecipar a ocorrência de determinados desvios no processo, além de permitir o desenvolvimento dos operadores a nível técnico e de gestão, quando da aplicação desta sistemática. Estas ações são executadas contra as possíveis causas de problemas que ainda não surgiram, tendo como a finalidade de evitar dificuldades futuras e, com isto, diminuir os riscos da concretização de efeitos indesejáveis. Estas ações podem ser preventivas ou corretivas, isto é, servem para prevenir o aparecimento de possíveis problemas ou, no caso destes ocorrerem, servem para minimizar seus efeitos no processo.

Mesmo que sejam óbvias as vantagens de se aplicar uma sistemática contra as possíveis causas de problemas que ainda não surgiram, os impedindo de causar perdas ao sistema, a utilização desta sistemática ainda é rara. Isto se dá devido a alguns fatores que se procurará relacionar a seguir:

a) As pessoas estão mais preocupadas com a correção dos problemas atuais do que em prevenir ou minimizar os problemas de amanhã. Naturalmente, isto não deve causar surpresa, já que as principais recompensas frequentemente vão para os que demonstram melhor desempenho na solução de problemas atuais e raramente há qualquer recompensa direta para os que prevêm que certos problemas possam ocorrer. O desenvolvimento de uma cultura prevencionista é uma tarefa bastante árdua, mas cujos resultados são, sem dúvida, bastante compensadores.

b) Há a tendência comum de negligenciar as consequências críticas de uma ação. Tais consequências podem ser desconsideradas porque parecem profundamente desagradáveis para serem enfrentadas ou a consequência pode ser literalmente invisível. Não se

trata aqui de uma atitude negativa quando se prevê a ocorrência de algum problema e, em função disto, se cria meios para evitar ou amenizar seus efeitos. Pelo contrário, isto vem a ser uma atitude bastante positiva por objetivar a continuidade operacional e a garantia da qualidade de processos e produtos.

c) **A convicção comum aos administradores e outros que planejam, de que qualquer de seus planos é eminentemente viável, ou do contrário não o teriam sugerido.** Eles acham bastante difícil perguntar "O que pode sair errado?". Pra eles é difícil acostumarem-se à idéia de procurar problemas em potencial. O que poderia sair errado, muitas vezes está além de sua experiência como planejadores e, por conseguinte, isso lhes parece estranho. Eles não veem muita utilidade em detectar dificuldades. E, no entanto, a evidência é toda em contrário. Todos os exemplos de solução de problemas que vemos ou que ouvimos falar, têm-nos demonstrado que as coisas "saem" erradas, "continuam" a sair erradas e, pode-se acreditar, "sempre sairão erradas". O quanto podemos amenizar estes efeitos, depende de como trataremos o assunto. A procura de possíveis problemas e identificação de seus efeitos pode portanto ser uma função inevitável de uma administração inteligente.

d) **Tendência das pessoas em pensarem, baseadas em exame superficial, que compreendem perfeitamente todas as suas implicações.** Elas podem sentir-se de acordo com a intenção do plano, e não verem razão para fazer mais sondagens. Depois, quando o plano entra em execução, percebem pela primeira vez que ele produziu efeitos com que especificamente não estavam de acordo. Mas, então, a oportunidade de ação preventiva já passou e surge mais um problema a ser resolvido. Quanto mais longe a ação de um plano estiver das partes interessadas em tempo, distância ou cultura, mais fácil será para cada uma delas ver a execução do plano sob uma luz diferente da que tinham em mente quando inicialmente deram início ao mesmo. Esta espécie de problema potencial permanece invisível até que surja algum caso específico que dê ao problema sua forma e conteúdo.

e) **A ameaça do pessimismo normalmente vem por uma exagerada ênfase nos primeiros estágios de uma análise de problemas potenciais.** Pode ocorrer que nestes primeiros estágios de análise venham a tona muitos aspectos que revelem a atual fragilidade dos sistemas em estudo frente a ocorrência de desvios. Algumas pessoas poderão então queixar-se alegando que técnicas deste tipo não são compensadoras por serem bastante negativas, como já foi dito antes. Na verdade, esquecem-se do ponto fundamental: o cerne destas técnicas está na avaliação realista do futuro e no pré-planejamento sistemático de ações para garantir que o plano ou o sistema funcione convenientemente.

Uma vez que se tem consciência destes obstáculos, este presente trabalho surge como uma proposta de melhoria contínua do processo, cujos objetivos principais são:

1. Elaborar uma sistemática empregada a nível operacional que possa prever a ocorrência de desvios eventuais e, desta forma, através da elaboração de ações preventivas e corretivas, otimizar aspectos como continuidade operacional e garantia da qualidade do processo e produto.

2. Propiciar a todos que fizerem uso ou participarem diretamente da aplicação desta sistemática, um treinamento contínuo na própria área, posto que a natureza dinâmica deste instrumento requer que haja uma evolução constante dos conceitos envolvidos no processo.

Revisão bibliográfica

Em termos de sistemáticas para prevenção de ocorrência de desvios, existem alguns métodos dos quais serão feitos aqui breves comentários. Estes métodos compreendem PPA (Potential Problems Analysis ou Análise de Problemas Potenciais), Técnicas de Gerenciamento de Riscos e PDPC (Process Decision Program Chart- Diagrama do Processo de decisão/contingência).

Na Análise de Problemas Potenciais (PPA), desenvolvido por Kepner & Tregoe, tanto os desvios como as causas são apenas possibilidades, e a pessoa envolvida na análise precisa decidir quais as ações que evitarão sua ocorrência. Quaisquer destes problemas em potencial, produzidos por qualquer causa possível, poderiam destruir ou por em risco a ação que o administrador decidiu executar. Por conseguinte, ele tem de considerar tudo e dispor de algum modo ordeiro para agir. Ele poderá consegui-lo se sistematicamente fizer e obtiver respostas a sete perguntas. Estas podem ser consideradas consecutivas da seguinte maneira:

- 1) O que poderia sair errado?
- 2) O que, especificamente, constitui cada problema?
- 3) Quão arriscado é cada problema?

- 4) Quais são as possíveis causas de cada problema?
- 5) Quão provável é a ocorrência de cada causa possível?
- 6) De que modo se pode prevenir uma causa eventual (ou minimizar seus efeitos) ?
- 7) De que modo podem ser resolvidos os problemas potenciais?

Isto mostra que embora os planos possam ser simples ou complexos, sua margem de sucesso pode ser aumentada se recorrermos a Análise de Problemas Potenciais. Da mesma forma, muitos dos problemas que ocorrem hoje poderiam ter sido eliminados se ontem tivéssemos feito uma PPA. Vista por outro ângulo, a PPA é uma técnica que pode fornecer ao administrador um significativo controle sobre suas atividades futuras. Adicionalmente, ela lhe fornece:

- a. Uma abordagem sólida para aumentar sua confiança e a garantia de que o plano terá êxito.
- b. Uma oportunidade de testar duplamente a propriedade da decisão tomada e, quando necessário, modificá-la com antecedência.
- c. Uma listagem visível das dificuldades potenciais, além do registro do que deverá ser feito para evitar problemas.
- d. Um método para testar a adequação do planejamento dos colaboradores.

A PPA fornece uma nova dimensão para o planejamento de rotina, uma vez que fornece um esquema e um procedimento disciplinado para se enfrentar efeitos indesejáveis. Ao descobrir futuros problemas antecipadamente, a PPA nos liberta da perda excessiva de tempo que representa "combater incêndios após incêndios".

Um problema potencial é um desvio antecipado de um padrão projetado. Dito de uma forma, um problema potencial é uma fonte de falhas. Ao reverso um plano para identificarmos problemas potenciais, a questão primária a ser feita é: "O que pode sair de errado?".

A utilização da Análise de Problemas Potenciais segue a seguinte sequência lógica:

Etapas	Perguntas do Processo
a) Êxito visado	*O que será considerado "êxito" nesta situação?
b) Plano	*Quais são as atividades, em ordem cronológica, que levarão ao êxito?
c) Áreas de alto risco	*Quais são as áreas de alto risco? *Qual a probabilidade e a gravidade de cada risco?
d) Prevenção	*O que poderia causar tais riscos? *Que providências podemos tomar para impedir a ocorrência desses obstáculos?
e) Proteção	*Que providências podemos tomar para reduzir os possíveis efeitos caso esses problemas venham a ocorrer?
f) Plano Aperfeiçoado	*Como poderemos aperfeiçoar o nosso plano inicial?

Tabela 1

Além da PPA existem ainda muitos outros métodos cuja meta principal é a previsão do que possa ocorrer futuramente em termos de danos a um determinado sistema e criar ações para preveni-los e/ou minimizá-los. Com respeito a isto, a Gerência de Riscos, por exemplo, já tem desenvolvido seu "know-how" a algum tempo aperfeiçoando métodos que visam a proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros de uma empresa. Não é objetivo deste trabalho expor em detalhes de tudo que se ocupa a Gerência de Riscos, mas se procurará expor rapidamente aqui como se processa uma avaliação de riscos e, logo após, um simples resumo de algumas das técnicas de análise de riscos comumente usadas. O objetivo desta apresentação é mostrar o quanto estes conceitos podem ser úteis no presente estudo. A ordem dos passos em uma avaliação típica de riscos é como segue:

1. Identificar os riscos inerentes no processo/planta;
2. Estimar as consequências que poderiam resultar do riscos identificados no passo (1) acima;
3. Identificar oportunidades para reduzir as consequências em (2) acima;
4. Identificar eventos iniciais de acidentes que poderiam levar às consequências estimadas em (2) acima;

5. Estimar as probabilidades dos eventos iniciais;
6. Identificar oportunidades para reduzir as probabilidades dos eventos iniciais;
7. Identificar as sequências de acidentes (respostas ou reações do sistema) que poderiam conduzir às consequências estimadas em (2) acima;
8. Estimar as probabilidades e consequências da sequência de eventos de acidentes identificadas em (7) acima;
9. Identificar oportunidades para reduzir as probabilidades e/ou as consequências da sequência de acidentes identificados em (7) acima;
10. Se necessário, faça uma avaliação quantitativa de riscos para reduzir a incerteza nas estimativas de probabilidades e consequências e identifique investimentos ótimos para obter um nível de risco considerado aceitável.

Características Principais De Algumas Técnicas De Análise De Riscos:

Técnica	Forma de análise e resultados	Fase de utilização no sistema	Benefícios	Observações/ características
SR (safety Review)	Qualitativa	Todas	Análise de acidentes - Análise "a priori"	Análise de sequências de fatos e sua prevenção
PHA (Preliminary Hazard Analysis)	Qualitativa	Projeto e desenvolvimento inicial	Análise de riscos e medidas preventivas antes da fase operacional	Útil em qualquer fase como "check" de riscos em geral
HazOp (Hazards and Operability Studies)	Qualitativa	Idem PHA	Idem PHA	Idem PHA
FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	Qualitativa e Quantitativa	Todas	Análises e prevenção de riscos associados com equipamentos - confiabilidade	De grande utilidade para a associação "Manutenção - Prevenção de Acidentes"
FTA (Fault Tree Analysis)	Qualitativa e Quantitativa	Todas	Análise e prevenção de qualquer evento indesejável - Determinação de probabilidade de ocorrência	A maior parte dos benefícios pode ser conseguida apenas com a análise qualitativa
"What If" Analysis	Qualitativa	Todas	Previsão de riscos de processo	A análise se baseia em constantemente perguntar e se prevenir o "e se?"
CIT (Critical Incidents Technique)	Qualitativa	Todas	Detecção de incidentes críticos	Aplicabilidade simples/ Flexibilidade

Significado dos termos usados:

Safety Review= Revisão da segurança ou Série de Riscos

Preliminary Hazards Analysis= Análise Preliminar de Riscos

Hazards and Operability Studies= Estudos de Riscos e Operabilidade

Failure Modes and Effect Analysis= Análise de Modos de Falhas e Efeitos

"What If" Analysis= Análise "E Se?"

Critical Incidents Technique= Técnica dos Incidentes Críticos

Tabela 2

O PDPC (Process Decision Program Chart - Diagrama do Processo de Decisão) é uma técnica para a conquista do objetivo original e/ou escape de falhas possíveis pela preparação de meios contra possíveis eventos indesejáveis que podem vir a ocorrer. É a técnica da Prevenção por Predição. Foi utilizada no Projeto Gemini onde o objetivo era o envio de astronautas ao espaço, mas a contingência poderia levar a ter que resgatar a tripulação caso haja algo errado.

Proposto inicialmente por Jiro Kondo para prever obstáculos na busca de objetivos determinados e preparar antecipadamente medidas corretivas, é ferramenta muito útil para controle do processo de um projeto com elementos incertos e inesperados na sua definição.

Como no caso da PPA e da gerência de Riscos, existem passos para a construção do Diagrama do Processo de Decisão:

1. Decida o ponto inicial e o objetivo, circundando ambos os cartões com linha dupla, salientando-os. Defina as limitações e políticas básicas, obtendo consenso de seus membros a respeito. Isto é importante para a definição dos meios e métodos.

Exemplo:

PONTO INICIAL:

Planejando uma
reunião de classe

META:

Manter a reunião
de Supervisores

Figura 1

2. Supondo que não haja obstáculos, escreva os itens de implementação e conecte-os por linha nas sequências até atingir a meta.
3. Escreva casos onde os itens podem sair não como planejado. Não suponha que "estas coisas não devam acontecer". Liste os casos indesejáveis e examine-os.
4. Faça planos de ações corretivas e implemente-os para que o objetivo possa ser alcançado. Planeje e tome medidas preventivas e corretivas. Se não há medidas preventivas deixe assim como está: marque com "?" (interrogação) e reconsidere mais tarde como algo a ser analisado na fase de implementação.

Quando o diagrama está completo verifique qualquer ponto importante, cheque esquecimento, contradições, expressões confusas, etc. Evite setas cruzadas. Na figura 2 aparece um exemplo completo da utilização do diagrama do processo de decisão.

Pode-se perceber que tanto a PPA, como o PDPC e as técnicas de análise da Gerência de Riscos e o possuem aproximadamente o mesmo esqueleto conceitual que poderia ser sintetizado pela sete perguntas do PPA, vistas anteriormente. Da mesma forma, a sistemática apresentada neste trabalho segue, aproximadamente, os mesmos princípios destas técnicas, como será visto oportunamente.

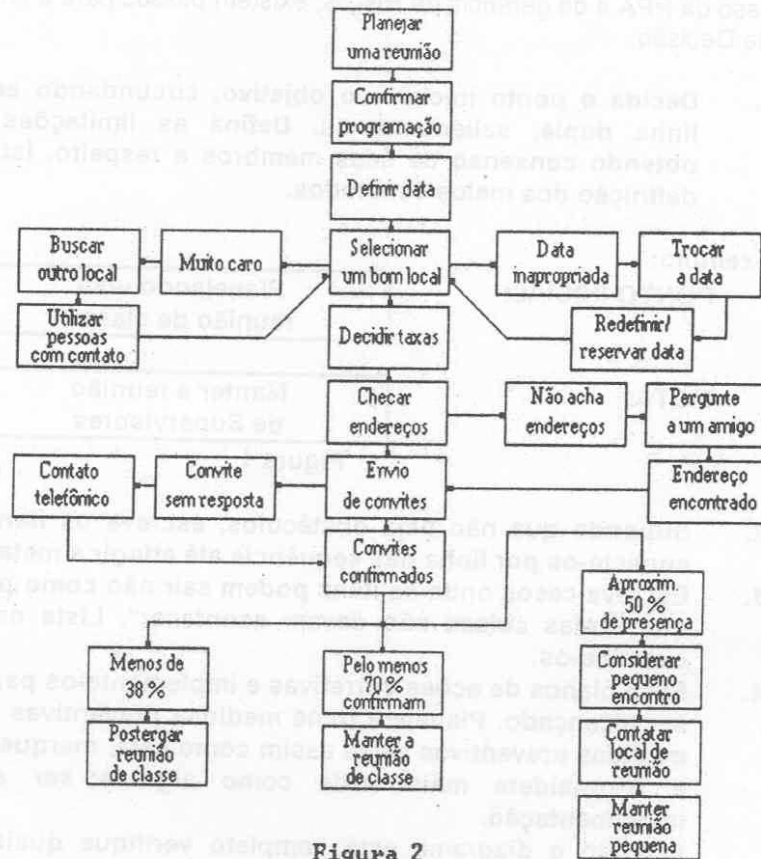


Figura 2

Desenvolvimento teórico

Segundo Kepner & Tregoe a solução de problemas é um processo que segue uma sequência lógica. O processo começa pela identificação do problema, continua para se determinar a causa, e conclui com a tomada de decisão. Cada estágio envolve conceitos básicos. Um deles é que um problema é um desvio entre o que **DEVERIA ACONTECER** e o que **REALMENTE ESTÁ ACONTECENDO** como mostra a figura 3.

Uma mudança imprevista produz este efeito indesejado em lugar do efeito desejado e esperado. Antes que esta mudança muitas vezes desconhecida ocorresse, as coisas seguiam da maneira esperada: posteriormente, elas ficam fora de forma, fora do plano e fora de controle. Em função desta definição e por ser perfeitamente definível em termos técnicos, a palavra desvio foi adotada no desenvolvimento deste trabalho em detrimento da palavra problema. Recorrendo a uma linguagem normalmente utilizada no HazOp, pode-se dizer que, um **efeito indesejável** é a consequência de determinado desvio de processo que ocorreu devido a uma ou mais causas internas ou externas ao sistema.

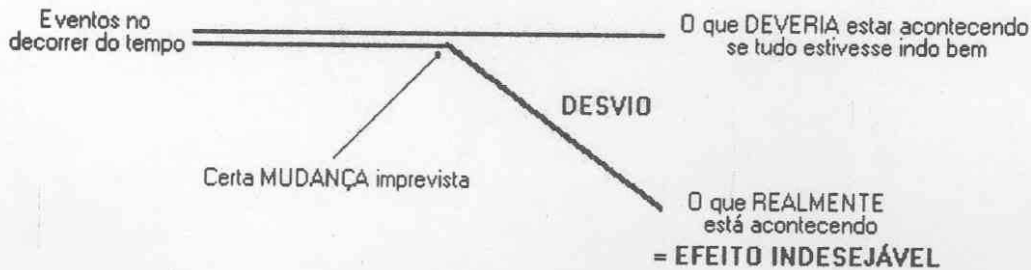


Figura 3

Uma vez definidos alguns conceitos iniciais, se procurou criar um modelo teórico que facilitasse a visualização das relações envolvidas em determinado sistema, no que diz respeito aos desvios potenciais ou não que lhes são peculiares. Por representarem no plano, uma forma bastante apropriada de exposição, foram utilizados diagramas pertinentes a Teoria dos Conjuntos, bem como as relações comuns a esta teoria.

Suponha-se que haja um sistema ao qual denominaremos de "S" e que seja formado por alguns subsistemas "S1, S2, ... ,Sn". Na figura 4, o conjunto U, o conjunto universo, representa todas os desvios que podem ocorrer no sistema; na realidade seriam a união de todos os desvios que já ocorreram no sistema (mas que podem vir a ocorrer novamente), que provavelmente irão ocorrer e aqueles que provavelmente jamais ocorrerão.

O conjunto A representa os desvios que já ocorreram no processo. O conjunto B corresponde aos desvios que um determinado grupo de pessoas poderiam prever como desvios potenciais, já tendo sido feita uma depuração técnica pelo próprio grupo. Finalmente, o conjunto C representa a união dos desvios que têm uma grande probabilidade de ocorrerem, inclusive aqueles desvios cuja existência já havia sido detectada no processo, sem uma ação mais efetiva para minimizar sua probabilidade de vir a ocorrer novamente. A intersecção do conjunto complementar de C com o conjunto A, ($=\sim C \cap A$), representa o conjunto de desvios que já ocorreram no processo, mas que devido às providências tomadas para eliminar sua reincidência, dificilmente acontecerão novamente. A intersecção de C com A, ($=C \cap A$), representa os desvios que já ocorreram, mas que possuem grande probabilidade de vir a ocorrer novamente.

É claro, que existe grande dificuldade em se conhecer a priori os elementos do conjunto C, assim como os do conjunto U, porque parte destes só seriam revelados totalmente se se conhecesse profundamente o processo a ponto de identificar futuros desvios no mesmo. Este trabalho procura justamente criar uma sistemática que propicie investigá-lo exaustivamente para que se possa agir preventivamente com respeito aos seus eventuais desvios.

Pode-se notar que a intersecção do conjunto B com o conjunto resultante da intersecção de A com C, em outras palavras, $B \cap (A \cap C)$, representa o quanto o grupo conhece historicamente seu processo. O ideal seria que o conjunto resultante desta intersecção fosse o próprio conjunto $A \cap C$, isto significaria que o grupo está familiarizado com todos os desvios que ocorreram em algum momento da planta e que têm grande probabilidade de virem a ocorrer novamente. Por isto é tão importante que sejam mantidos registros de todas os desvios do sistema e de tudo que foi feito para saná-los.

Outro aspecto que pode ser observado é que o conjunto C não contém totalmente o conjunto B. Isto se dá porque parte dos desvios que podem ser previstos pelo grupo, isto é, $\sim C \cap B$, têm uma probabilidade ínfima de ocorrerem, assim como todas os outros desvios que não pertencem ao conjunto C. Por que então o grupo deve gastar seu tempo com a previsão de desvios que provavelmente jamais ocorrerão. Uma das razões é que estamos lidando com incertezas e, a outra, é que se pretende dissecar totalmente o processo para prevenir a ocorrência de qualquer eventual desvio e garantir o sucesso no momento em que este venha, porventura, a ocorrer.

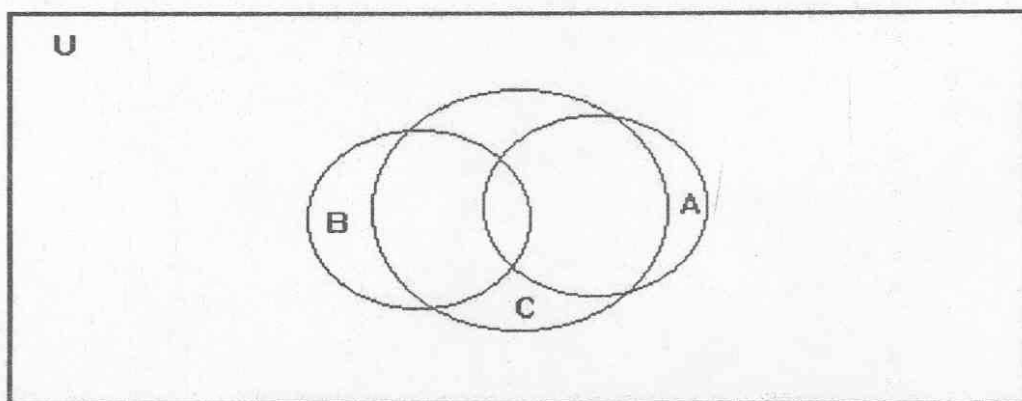


Figura 4

É óbvio que identificar os desvios é somente parte da sistemática; devemos poder relacionar cada desvio com as suas causas e consequências e buscar ações preventivas e preventivas para melhor administrá-las. A prevenção de uma ameaça apenas se dá quando as causas prováveis (potenciais) do desvio são antecipadas. Não é prático pensar em todo tipo de

causa, nesta ocasião. O que importa é tão somente tornar visíveis as mais prováveis. Cada causa deve ser avaliada de forma a se poder determinar uma ação preventiva, adequada e econômica, para ser adotada.

As causas prováveis, para serem úteis, devem ser enunciadas da maneira mais específica possível. Muitas vezes, nenhuma ação específica pode ser sugerida, em razão da causa ter sido estabelecida de forma muito genérica. Nestes caso, é necessário ir à causa mais provável. Chamamos isto de escalonamento. No livro KAIZEN de Masaaki Imai, é dado o seguinte exemplo de descoberta da verdadeira causa da parada de uma máquina, proposto por Taiichi Ohno, ex-vice presidente da Toyota Motor:

Pergunta 1: Por que a máquina parou?

Resposta 1: Porque o fusível queimou devido a uma sobrecarga.

Pergunta 2: Por que houve uma sobrecarga?

Resposta 2: Porque a lubrificação do rolamento foi inadequada.

Pergunta 3: Por que a lubrificação foi inadequada.

Resposta 3: Porque a bomba de lubrificação não estava funcionando direito

Pergunta 4: Por que a bomba de lubrificação não estava funcionando direito?

Resposta 4: Porque o eixo da bomba estava gasto.

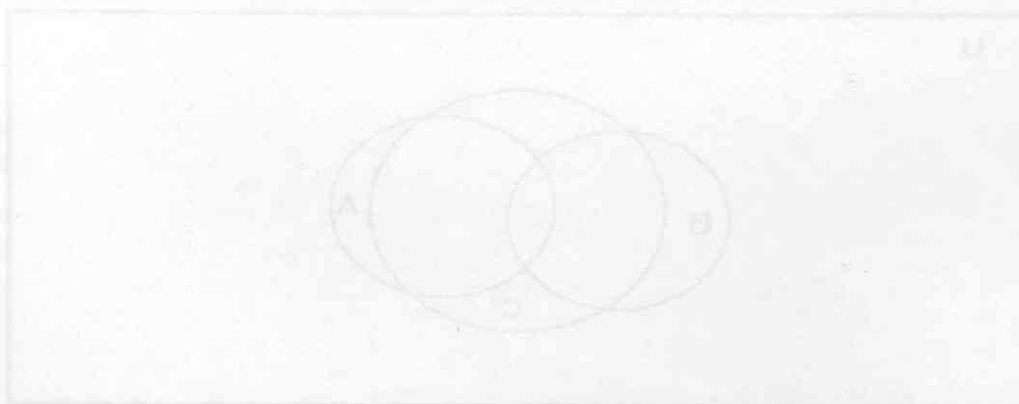
Pergunta 5: Por que ele estava gasto.

Resposta 5: Porque entrou sujeira.

Poderíamos continuar perguntando "Por que entrou sujeira?", e assim por diante, até chegar a verdadeira causa do problema. Normalmente, não chegamos a tanto e o que fazemos é só atacar as causas mais próximas, permitindo assim que o problema venha a ocorrer novamente.

Sem causas potenciais, sejam elas evidentes ou escondidas numa cadeia de causas escalonadas, não teremos uma base para planejar ações preventivas. Uma outra técnica para focalizarmos itens de grande ameaça é estabelecer a probabilidade de ocorrência de cada causa potencial. Isso porque a ação direcionada para uma causa potencial de baixa probabilidade pode se perder. No caso contrário, a ação preventiva poderá ser quase essencial.

Na figura 5, pode-se visualizar teoricamente o processo de escalonamento, onde do efeito indesejável (aquele que realmente constitui todo o problema) partem diversas ramificações que constituem os prováveis desvios ligados diretamente ao evento. Cada desvio está ligado às suas prováveis e respectivas causas. Estas causas, por sua vez, podem ser consideradas também como desvios. Cada um destes desvios possuem suas próprias causas e assim por diante, até chegar as causas básicas que, provavelmente, possam dar origem a todo o problema.



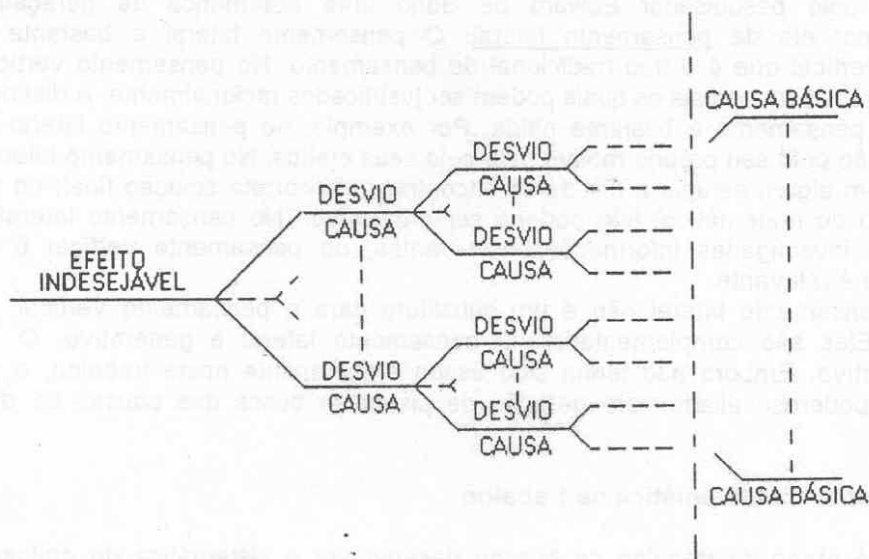


Figura 5

Esta figura pode ser trabalhada de forma a apresentar mais informações servindo como um instrumento de análise dos desvios e suas possíveis causas, bem como facilitar a criação de ações preventivas e contingentes que definem, na verdade, a grande meta deste trabalho. Na realidade já são usados atualmente instrumentos semelhantes. Um dos mais notáveis destes instrumentos é a Análise da Árvore de Falhas (FTA) que será apresentada com mais detalhes no decorrer deste trabalho.

Para que as prováveis causas de um desvio possam ser descobertas e então apresentadas faz-se necessário que haja a participação de várias pessoas nesta pesquisa. Aliado a isto, é importante que sejam empregados métodos que propiciem o surgimento de muitas sugestões e idéias.

Existem métodos sistemáticos de geração de idéias para se identificar desvios (ou problemas) e suas respectivas causas. Uma unidade de pesquisa em Battelle-Frankfurt, trabalhando no campo de promoção da criatividade e gerenciamento da inovação, coletou cerca de 50 métodos de geração de idéias em todo o mundo. Estes métodos podem ser reunidos em seis grupos, como mostra a tabela 3.

Grupo	Método	Especificações/Características
A	Brainstorming e suas variações	Discussão sem restrições. Não são permitidos comentários críticos. Idéias fantásticas e extravagantes são bem vindas como associações espontâneas.
B	Brainwriting e suas variações	Elemento metódico essencial. Todas idéias são escritas em tiras de papel.
C	Orientação Criativa	Procura por soluções é convertida para campos ou direções promissoras.
D	Confrontação Criativa	O processo de encontrar soluções é estimulado pela confrontação de estruturas aparentemente desconexas com a situação problema.
E	Estruturação Sistemática	Subdivisão de problemas. Solução de subproblemas, e então, síntese para uma solução integral. Além disto, a revelação sistemática de todos os caminhos para resolver o problema.
F	Especificação Sistemática de Problemas	Revelando questões centrais ou assuntos cruciais dentro do problema ou campo do problema.

Tabela 3

Além destes grupos, ou mesmo podendo estar incluído dentro de algum destes, foi desenvolvido pelo pesquisador Edward de Bono uma sistemática de geração de idéias denominada por ele de pensamento lateral. O pensamento lateral é bastante distinto do pensamento vertical que é o tipo tradicional de pensamento. No pensamento vertical segue-se através de passos sequenciais os quais podem ser justificados racionalmente. A distinção entre os dois tipos de pensamento é bastante nítida. Por exemplo, no pensamento lateral são usadas informações não pelo seu próprio motivo mas pelo seus efeitos. No pensamento lateral pode algo estar errado em algum estágio a fim de se encontrar uma correta solução final; no pensamento vertical (lógico ou matemático) isto poderia ser impossível. No pensamento lateral podem ser deliberadamente investigadas informações irrelevantes; no pensamento vertical é selecionado somente o que é relevante.

O pensamento lateral não é um substituto para o pensamento vertical. Ambos são importantes. Eles são complementares. O pensamento lateral é generativo. O pensamento vertical é seletivo. Embora não tenha sido usado efetivamente neste trabalho, o pensamento lateral é um poderoso aliado para geração de pistas na busca das causas de determinados desvios.

Desenvolvimento da Sistemática de trabalho

Nesta etapa do trabalho se buscou desenvolver a sistemática de aplicação visando tornar prática a identificação e análise de desvios do processo, bem como desenvolver ações preventivas e corretivas para gerenciamento dos mesmos. A técnica utilizada é na realidade uma grande mistura dos métodos vistos sucintamente na etapa de revisão bibliográfica e mais algumas idéias e contribuições que surgiram durante a elaboração do trabalho. Sua forma de análise é qualitativa, mas poderá ser aperfeiçoada empregando-se cálculos de probabilidade e confiabilidade, o que não será realizado neste trabalho.

O uso desta técnica é direcionada a identificação e análise de desvios eventuais que possam comprometer a continuidade operacional do processo, a garantia da qualidade e o planejamento eficaz de algum evento programado. A seguir são apresentados os passos para aplicação desta sistemática.

I. Escolher e delimitar o sistema a ser analisado

Antes de mais nada, é conveniente recordarmos aqui o que vem a ser um sistema. Trata-se de um arranjo ordenado de componentes ou subsistemas que estão interrelacionados e que atuam e entreatuam com outros sistemas para cumprir uma missão, num determinado ambiente. Como exemplos de sistemas podemos citar os seguintes: Sistema de Lavagem e Depuração de Polpa, Sistema de Geração de Vapor na Caldeira de Recuperação, Sistema de Drenagem na Máquina de Secagem da Celulose, Sistema de Clarificação do Licor Branco, Sistema de Troca da Tela Formadora da Máquina de Secagem e Sistema de Colagem Superficial do Papel no Gate-Roll.

A escolha do sistema a ser analisado pode ser feita preferencialmente em consenso por um grupo envolvendo gerência de área, consultores, supervisores, operadores, pessoal de manutenção, etc, enfim, todos aqueles que participam diretamente do processo de fabricação e que possam identificar onde ocorrem os maiores desvios deste processo. Nada impede porém que a iniciativa de desenvolver um novo estudo, possa partir de qualquer pessoa pertencente a empresa.

Para esta escolha podem ser utilizadas ferramentas da qualidade como Diagrama de Pareto, por exemplo; diferentemente, porém, de outras sistemáticas ligadas a resolução de problemas e processo decisório, esta procura utilizar a experiência dos participantes do grupo como fator predominante na escolha do sistema a ser estudado.

II. Nomear um responsável pela análise e desenvolvimento do estudo

Como responsável pelo desenvolvimento de estudo deve ser escolhido preferencialmente operadores do processo, ou ainda, algum representante da manutenção mecânica, elétrica ou de instrumentação. Esta preferência se dá, principalmente, porque existe a necessidade dos envolvidos mais diretamente no processo, participarem mais como agente ativo deste tipo de estudo. Além disto, durante o desenvolvimento desta atividade, há grande chance de que a análise detalhada do processo aumente de forma substancial os conhecimentos dos operadores, mecânicos, eletricitas, instrumentistas e outros que não participam normalmente

deste tipo de trabalho. Para facilitar a identificação da pessoa responsável pelo estudo, lhe será dada a denominação de analista.

III. Coletar dados relevantes sobre o sistema, identificando suas características e missão básica

A partir do momento em que for escolhido o analista, caberá a este juntar todas as informações necessárias e relevantes a respeito do sistema. Ele poderá buscar estas informações no projeto do sistema (desenhos, fluxogramas, diagramas, etc), no histórico operacional e de manutenção do sistema, em literaturas escritas sobre o assunto e, principalmente, com as várias pessoas ligadas diretamente ou indiretamente ao processo, adicionando-se a isto uma própria investigação "em campo". Esta pesquisa fornecerá elementos suficientes para que o analista possa familiarizar-se com o sistema:

Atentar para os objetivos, as exigências de desempenho, as principais funções e procedimentos, os ambientes onde se darão as operações. Os objetivos desse passo é conhecer bem o que se está lidando; familiarizar-se com todos os aspectos da situação envolvida. A identificação das funções básicas é que nos fornecerá a primeira indicação para se perseguir os desvios eventuais.

IV. Dividir o sistema em subsistemas e/ou componentes, identificando suas características e funções básicas de cada um deles em relação ao sistema

Todo sistema contém certos subsistemas básicos, que podem ser reconhecidos a partir de um certo grau de complexidade do mesmo. Essa subdivisão nos auxilia a pesquisar riscos específicos dentro de cada subsistema, e a verificar como a missão do sistema é degradada por tais ineficiências ou condições potenciais de dano. A adoção de medidas corretivas também se torna fácil e mais clara, a partir do ponto que podemos individualizar os vários subsistemas responsáveis por uma tarefa.

São os seguintes os subsistemas fundamentais conforme apresentados no livro INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE SEGURANÇA DE SISTEMAS, podendo haver outros, específicos ao sistema em questão: Subsistema (SS) de Potência, Subsistema de controle, Subsistema sensor, Subsistema de Operação, Subsistema de Comunicações, Subsistema Estrutural, Subsistema Ambiental e Subsistema motriz.

V. Fazer uma análise exaustiva para identificação dos desvios que possam comprometer a missão do sistema, relacionando-os a suas respectivas causas

Uma vez escolhido o sistema e sua missão, definidos os vários subsistemas e suas funções, cabe agora identificar os desvios potenciais e suas prováveis causas, que podem ocorrer pondo em risco o não cumprimento destas funções.

A execução deste passo pode ser feita por meio de um instrumento de fácil utilização. Trata-se de uma **PLANILHA PARA PESQUISA DE CAUSAS** cujo modelo é apresentado na figura 6. Esta planilha é dividida em duas partes sendo que na primeira delas aparece o nome do sistema que foi escolhido para estudo, o efeito que não desejamos que se realize (efeito indesejável) e a sequência de desvios que definirá o número da planilha. Tudo inicia com a pergunta:

O que pode acontecer para que o sistema deixe de cumprir sua função como deveria?

Em outras palavras:

O que pode ocasionar o efeito indesejável?

As respostas a estas perguntas definirão os desvios topo, isto é, aqueles que darão origem, cada uma deles ao escalonamento e, conseqüentemente, o número inicial de planilhas. Estas primeiras planilhas receberão um número de 1 a n, dependendo do número de desvios topo. A cada desvio deverão ser sugeridas uma ou mais causas; cada uma destas causas, que por sua vez também é um desvio, originará uma nova planilha onde deverão aparecer novas sugestões de causas, e assim por diante, como numa reação em cadeia. Exemplo: A planilha 1 pode gerar as planilhas 1.1, 1.2 e 1.3. A planilha 1.1 por sua vez pode gerar as planilhas 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3,

1.1.4 e 1.1.5. Na utilização normal desta numeração, o ponto entre os números pode ser dispensado para facilitar sua operacionalização.

PLANILHA PARA PESQUISA DE CAUSAS - Número: 1321		
Sistema em estudo: XYZ		
Efeito indesejável: O sistema deixa de cumprir sua missão como deveria		
Desvio para análise: kkkkk		
Pergunta básica: Quais são as possíveis causas para a ocorrência do DESVIO?		
nº	Causas	Próximo passo
1	aaaaa	13211
2	bbbbb	Parar
3	ccccc	13213
:	:	:
n		

Figura 6

O mais complicado na aplicação deste instrumento é o perigo de queimar etapas de desvios, isto é, fazer um "by-pass" de algum desvio. Mas deve-se sempre ter em mente a seguinte questão: Pode acontecer alguma coisa entre o desvio e esta causa em específico?

Para a identificação das causas do desvio, a utilização de uma **Pergunta Básica** e de um **Ábaco Heurístico** poderia facilitar bastante a busca das causas, que muitas vezes estão ocultas no processo. Deixa-se bem claro, porém, que o uso destes dois recursos é opcional.

A Pergunta básica utilizada, após a identificação de um determinado desvio, será: Quais as causas possíveis para a ocorrência do desvio? A cada pergunta ter-se-á muitas causas como resposta, e cada uma destas causas (se não for uma causa inicial), também poderá ser considerada como um desvio.

O Ábaco Heurístico aparece na tabela 4. Trata-se da utilização de um check-list criativo que tem por objetivo estimular a imaginação para responder a Pergunta Básica. Para a sua utilização é importante ressaltar:

- a) Os Insumos ou Matérias Primas usadas no sistema (ou subsistema) são considerados Componentes;
- b) A Condição do Desvio que aparece como Masc. Sing. pode ser alterado conforme o gênero e o número do Subsistema/Componente.
- c) Como as palavras são colocadas para se responder a Pergunta Básica depende do analista não havendo uma regra rígida neste sentido. A colocação da palavra Pode seguida do verbo no infinitivo, mais o Parâmetro/Atividade, mais a denominação de Subsistema/Componente e, finalmente, a Condição de Desvio aparecem nesta ordem apenas como sugestão de resposta.
- d) O Ábaco Heurístico serve somente como orientação na busca das causas dos desvios, permitido usar outros métodos de geração de idéias caso seja necessário.

Exemplo de aplicação:

- Desvio:** - pH de refino abaixo da especificação
- Pergunta básica:** - Quais as possíveis causas para a ocorrência do desvio?
- Causas:**
- 1) Pode a concentração da soda estar abaixo do normal.
 - 2) Pode o fluxo de soda estar abaixo do normal.
 - 3) Pode ...

Ábaco Heurístico

Pergunta Básica	Parâmetros/Atividade do Subsistema/Componente		Condição de Desvio (Masc.Sing.)	
Para Identificação das Causas do Desvio:	1.O próprio	31.Temperatura	1.Acima do normal	31.Defeito Visual
	2.Comprimento	32.Viscosidade	2.Abaixo do Normal	32.Def. Intrínseco
	3.Largura	33.Capacitância	3.Inexistente	33.Vazio
	4.Altura	34.Condutância	4.Indevido	34.Em Falta
	5.Profundidade	35.Impedância	5.Insuficiente	35.Em Excesso
Quais são as causas possíveis para a ocorrência do Desvio?	6.Espessura	36.Voltagem	6.Impróprio	36.Apertado
	7.Área, Superfície	37.Corrente	7.Incorreto	37.Frouxo
	8.Volume	38.pH	8.Irregular	38.Frágil
	9.Peso	39.Compressibil.	9.Inoperante	39.Acentuado
	10.Densidade	40.Ordem	10.Interrompido	40.Úmido
	11.Potência	41.Cobertura	11.Intermitente	41.Seco
Resposta(s): Pode(m) ...	12.Tempo	42.Controle	12.Invertido	42.Em transbordo
	13.Frequência	43.Estrutura	13.Inadequado	43.Áspero
	14.Período,duração	44.Esforço	14.Indeterminado	44.Liso
1.Ocorrer...	15.Movimento	45.Sincronismo	15.Intenso	45.Danificado
2.Haver...	16.Localização	46.Elongação	16.Instável	46.Defeituoso
3.Variar...	17.Quantidade	47.Encolhimento	17.Ineficiente	47.Falhando
4.Ficar...	18.Concentração	48.Extensão	18.Inapto	48.Com Vazamento
5.Resultar...	19.Capacidade	49.Fechamento	19.Imóvel	49.Falhar Aberto
6.Aparecer...	20.Tração	50.Abertura	20.Indefinido	50.Falhar Fechado
7.Estar...	21.Nível	51.Ajuste	21.Nível	51.Queimado
8. ...	22.Fluxo	52.Operação	22.Fluxo	52.Cortado
	23.Velocidade	53.Turbulência	23.Mal Função	53.Quebrado
+(Parâmetro/Atividade)	24.Aceleração	54.Alinhamento	24.Alterado	54.Desgastado
+(Subsistema/Componente)	25.Energia	55.Preparação	25.Livre, Solto	55.Entupido
+(Condição de Desvio)	26.Trabalho	56.Espessura	26.Fixo, Preso	56.Esfolado
	27.Pressão	57.Inspecção	27.Resistente	57.Sujo
	28.Posição	58.Resposta	28.Demorado	58.Marcado
	29.Direção, Sentido	59.Lubrificação	29.Rápido	59.Endurecido, duro
	30.Força	60...	30.Com Cavitação	60...

Tabela 4

A técnica escolhida para se coletar dados que envolvam a experiência dos operadores, mecânicos, eletricitistas, instrumentistas, etc. nesta pesquisa de desvios e de suas causas prováveis é a da entrevista. Tal como é feito, por exemplo, no CIT (Critical Incidents Technique) procura-se entrar em contato com pessoas que de alguma forma têm ou tiveram alguma ligação com o sistema, seja operacionalmente ou pertencentes a manutenção do mesmo. O pessoal que participou do projeto do sistema e/ou acompanhou sua implantação pode fornecer também uma ajuda inestimável. Esta técnica baseia-se no princípio de que vários especialistas com diferentes formações podem contribuir isoladamente para a identificação de problemas e suas causas para depois combinarem seus resultados.

VI. Montar uma árvore de falhas ou, mais especificamente, de desvios

Uma vez preenchidas as Planilhas de Pesquisa de Causas deve-se partir para uma etapa importante desta sistemática. Nesta etapa procura-se aplicar a Análise de Árvore de Falhas que no nosso caso se chamará Árvore de Desvios e Causas:

Falando mais sobre a Análise de Árvore de Falhas podemos dizer que a mesma:

- Direciona a análise para a investigação das falhas do sistema;
- Chama a atenção para os aspectos do sistema que são importantes para a falha de interesse;
- Fornece um auxílio gráfico, através de uma visibilidade ampla, àqueles que devem administrar e que por qualquer razão, não participaram das mudanças nos projetos desses sistemas;
- Fornece opções para a análise qualitativa da confiabilidade de sistemas;

- **Permite ao analista concentrar-se em uma particular falha do sistema num certo instante;**
- **Permite uma compreensão do comportamento do sistema.**

De fato, a FTA é uma técnica dedutiva para a determinação tanto de causas potenciais de acidentes como de falhas de sistemas, e para a estimação de probabilidades de falha.

A FTA consiste fundamentalmente na determinação das causas de um evento indesejado "evento topo", assim chamado porque é colocado na parte mais alta da "árvore".

A partir do evento-topo, o sistema é "dissecado", de cima para baixo, num número crescente de detalhes, até se chegar à causa ou combinações de causas do evento indesejado.

A FTA pode ser desenvolvida tanto qualitativa como qualitativamente. Assim, ela pode ser usada na forma qualitativa, para analisar e determinar que combinações de falhas de componentes, erros operacionais ou outros defeitos podem causar o evento-topo, e na forma quantitativa, para calcular a probabilidade de falha, a não-confiabilidade ou a indisponibilidade do sistema em estudo.

Como sabemos, um sistema consiste basicamente em vários componentes, tais como equipamentos, materiais e pessoas.

Aliás, o termo "componente" não deve ser aqui entendido como sendo necessariamente o menor constituinte do sistema; ele pode ser perfeitamente uma unidade ou até mesmo um subsistema.

No desenvolvimento de uma FTA, é fundamental conhecer-se os diversos inter-relacionamentos e características de cada componente do sistema.

Na figura 7, aparece um exemplo teórico de uma FTA. Nesta figura, existindo o evento básico 2 ou 3, ocorrerá o evento falha C. O evento básico 1 ocorrendo e o evento falha C ocorrendo também, possibilitará a ocorrência do evento falha A. O mesmo evento básico 2, visto antes, ocorrendo ou o evento "não desenvolvido" 4 ocorrendo possibilitará a ocorrência do evento falha B. Quando os dois eventos falha A e B ocorrerem, ocorrerá então o evento topo. Um evento é considerado "não desenvolvido" quando ocorre uma falta de informação, por exemplo. A mesma simbologia do evento "não desenvolvido" pode ser usada para indicar maior investigação a ser realizada, quando se puder dispor de uma informação adicional.

No nosso caso a Árvore de Desvios e Causas terá um enfoque apenas pelo aspecto qualitativo e servirá para facilitar a visualização no plano de todas as interações do sistemas no que diz respeito aos desvios e suas respectivas causas e, a partir daí, revisar as ações preventivas e contingentes empregadas atualmente no processo e criar novas ações que se revelam necessárias com o desenvolvimento da análise (assunto dos dois próximos passos).

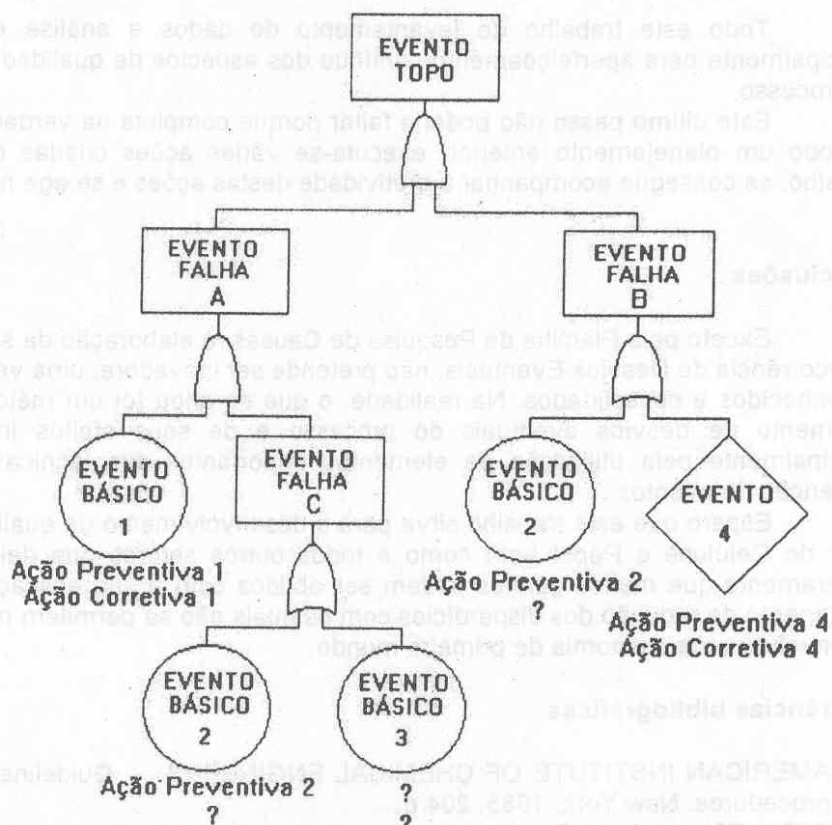


Figura 7

VII. Buscar meios para a redução da probabilidade de ocorrência dos desvios identificados nos passos anteriores, criando ações preventivas para este fim

Construída a árvore de falhas, fica agora mais fácil de se definir quais ações corretivas que se deve adotar para cada caso. Visto que cada desvio pode ter muitas causas possíveis, o operador pode ter a necessidade de executar diversas ações para evitá-las. Cada causa possível que ele evite reduzirá a probabilidade de que o próprio desvio venha a ocorrer.

Na figura 7, pode-se notar que logo abaixo de cada evento básico, e mesmo no evento "não desenvolvido", aparecem sugestões de ações preventivas. Na verdade, esta prática já é adotada quando se utiliza a Série de Riscos (SR) e a Análise Preliminar de Riscos (PHA) com a denominação de **inibição do evento**, isto é, ações preventivas que **inibam** a ocorrência de riscos. Como é feito também no PDPC, quando não houver de imediato uma ação preventiva, coloca-se no lugar da mesma um símbolo de interrogação (?).

VIII. Preparar ações corretivas para serem adotadas imediatamente se houver a ocorrência de qualquer desvio

Uma vez consideradas as ações preventivas, o operador deve agora analisar suas necessidades em termos de proteção. Esta proteção, ou ação corretiva, minimiza e controla a gravidade dos efeitos de um desvio eventual, caso ele ocorra. A medida que podemos tomar ações preventivas, nossa necessidade de ações corretivas diminuirá. Se a probabilidade de desvios eventuais pode ser significativamente reduzida, ações corretivas onerosas podem ser desnecessárias. As ações corretivas são solicitadas quando há um risco muito grande de que uma falha (desvio) cause danos relevantes ao processo. Recorrendo-se novamente a figura 7, pode-se constatar que as sugestões de ações corretivas aparecem abaixo das ações preventivas sugeridas.

IX. Estabelecer um melhoramento contínuo das formas de detecção, prevenção e correção de desvios eventuais

Todo este trabalho de levantamento de dados e análise exaustiva, deve servir principalmente para aperfeiçoamento contínuo dos aspectos de qualidade e produtividade dentro do processo.

Este último passo não poderia faltar porque completa na verdade um ciclo PDCA, onde há todo um planejamento anterior, executa-se várias ações criadas durante a realização do trabalho, se consegue acompanhar a efetividade destas ações e se age novamente para melhorá-las.

Conclusões

Exceto pela Planilha de Pesquisa de Causas, a elaboração da sistemática de Prevenção de Ocorrência de Desvios Eventuais, não pretende ser inovadora, uma vez que emprega métodos já conhecidos e consolidados. Na realidade, o que se criou foi um método prático e simples de tratamento de desvios eventuais do processo e de seus efeitos indesejáveis, enriquecido principalmente pela utilização de elementos importantes das técnicas mais conhecidas de prevenção de eventos.

Espero que este trabalho sirva para o desenvolvimento da qualidade e produtividade no setor de Celulose e Papel bem como a todos outros setores que dele fizerem uso. Acredito sinceramente que muitos ganhos podem ser obtidos com a sua aplicação e que será mais um instrumento de redução dos desperdícios com os quais não se permitem mais conviver se desejar desenvolver uma economia de primeiro mundo.

Referências bibliográficas

1. AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS - Guidelines for hazard evaluation procedures. New York, 1985. 204 p.
2. BETHLEM, Agrícola S. - Modelos de processo decisório. Revista de Administração - vol.22, nº 3, 27-39, 1987.
3. DE BONO, Edward - Lateral Thinking. New York, Penguin Books, 1970. 204 p.
4. DE CICCIO, Francesco M.G.A.F. et alli - Análise de riscos de processos. São Paulo. IBGR, 1987. 156 p.
5. DINSMORE, Paul C. & JACOBSEN, P. - Prosolve - processo decisório: da criatividade a sistematização. Rio de Janeiro, COP Editora, 1985. 132 p.
6. GESCHKA, Horst et alli - Modern techniques for solving problems. Chemical Engineering, vol.80, nº 18, 91-97, 1973.
7. KEPNER, Charles H. & TREGOE, Benjamin B. - O administrador racional. 2ª edição. São Paulo, Editora Atlas, 1976. 238 p.
8. IMAI, Masaaki - Kaizen. 3ª edição. São Paulo, IMAN, 1990. 238 p.
9. NEPOMUCENO, L.X. - Técnicas de manutenção preditiva (volume 1). São Paulo, Edgard Blücher, 1989. 504 p.
10. _____ - Introdução à engenharia de segurança de sistemas. 3ª edição. São Paulo, FUNDACENTRO, 1985. 112 p.
11. _____ - Apostila de TQC do Curso de Especialização em Engenharia da Qualidade (PUCRS), Porto Alegre, 1992.