

4.15. Comunicações

Os sistemas de gestão ambiental definem que as empresas e organizações estabeleçam e mantenham procedimentos para:

– a comunicação interna entre os vários níveis e funções da organização (por exemplo, em relação ao planejamento, o monitoramento do SGA, resultados de auditorias, divulgação das metas e resultados alcançados);

– o recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes das partes interessadas externas (identificar suas principais preocupações, demonstrar o funcionamento do SGA, o desempenho ambiental atingido).

Será necessário estabelecer uma estratégia para as comunicações relacionadas à gestão ambiental e ao desenvolvimento de produtos com enfoque em melhorias de desempenho ambiental.

Um cuidado especial deverá ser tomado em relação às comunicações com as autoridades públicas para planejar as ações requeridas em situações de emergência e outras questões relevantes.

O grande objetivo das comunicações consiste em prestar informações aos colaboradores internos sobre a política ambiental da organização, os impactos ambientais específicos e impactos relacionados aos produtos da empresa, em seu uso e descarte final. As comunicações visam motivar os empregados, divulgar as ações da administração, definir o fluxo interno de informações e documentos e melhorar o relacionamento com a comunidade. Devem ser montados mecanismos para receber sugestões dos colaboradores quanto aos impactos e quanto às possíveis modificações que poderiam ser incorporadas aos produtos para melhorá-los quanto aos impactos causados. As “caixas de sugestões” associadas a premiações podem ser uma forma interessante de realização desse trabalho.

As comunicações, especialmente as pró-ativas (ou seja, aquelas feitas sem demanda, sem nenhum pedido pelas partes interessadas), colaboram para aumentar a confiança na empresa, permitindo que sejam explicitados e reconhecidos os seus esforços na melhoria de seus sistemas e procedimentos.

É necessário estabelecer um sistema de tratamento das perguntas das partes interessadas, ou seja, gerar normas que definam as responsabilidades e orientações sobre como responder, arquivar e controlar o

assunto. Os procedimentos devem definir formalmente o nível de comunicação pró-ativa, que deve ser implementado, ou seja, estabelecer o que deve ser comunicado e a quem.

As comunicações externas têm o propósito de informar aos consumidores e à sociedade os dados gerais da organização quanto ao seu desempenho ambiental, sua política, metas, investimentos e resultados alcançados. Quanto aos seus produtos, frequentemente, por meio da rotulagem ambiental, são informadas as propriedades dos produtos quanto ao seu desempenho e impactos ambientais associados, recomendações quanto ao melhor uso e descarte final. O resultado de um bom trabalho pode não ser imediato, porém as comunicações ressaltando uma postura ambiental adequada irão se refletir ao longo do tempo. A persuasão é uma característica muito importante em comunicações, assegurando o envolvimento das pessoas, pela manutenção de um canal de entendimento.

Como sugestão, os relatórios que forem preparados para divulgação pública, com o objetivo de demonstrar que a empresa busca uma melhoria de desempenho ambiental, devem, em princípio, conter:

- dados gerais sobre a empresa (organogramas, objetivos, resultados);
- a política ambiental;
- os principais objetivos e metas ambientais em linguagem compreensível (não muito técnica);
- os principais programas de gestão ambiental;
- as metas e intenções de melhoramento contínuo;
- uma descrição simplificada dos processos industriais, aspectos e impactos ambientais (sem violar sigilos industriais);
- uma declaração e demonstração do cumprimento de requisitos legais, normas corporativas e normas ambientais próprias (por exemplo, um quadro registrando os limites legais máximos de emissões e os valores reais medidos em um certo período de tempo especificado);
- dados sobre conservação de recursos (água, energia, matérias primas, etc.).

As informações devem ser feitas com o uso de uma linguagem simples, acessível e de fácil compreensão pelos interessados.

As informações devem ser precisas e verdadeiras, não devendo ser transmitidas informações falsas ou enganosas, pois se os destinatários das informações descobrirem esse fato, o desgaste da empresa e a per-

da de confiança serão significativos. É sempre preferível não responder a alguma informação, a colocar inverdades. A confiança é fundamental, sobretudo nos relacionamentos externos.

As formas de comunicação mais comuns são:

- da empresa com o público externo: boletins, relatórios anuais, portal na Internet, anúncios pagos em jornais, folhetos de associação de classe, divulgação de um telefone para consultas e reclamações, reuniões e outros eventos abertos ao público, folhetos de divulgação;
- da empresa com o público interno: boletins, quadros-murais, reuniões, mensagens pelo correio eletrônico, jornais internos, *intranet*, folhetos;
- da empresa com os acionistas: notas inseridas nos balanços, cartas, folhetos enviados descrevendo as principais ações do SGA, resultados alcançados, gastos efetuados;
- do público com a empresa: reuniões, cartas, e-mails e telefonemas.

As informações prestadas pela empresa devem ser comprováveis, ou seja, se for solicitado algum esclarecimento adicional, ela precisa estar preparada para mostrar seus registros com dados, permitir visitas guiadas às instalações, entre outras ações, para comprovar a veracidade daquilo que foi informado, sem que ocorra violação de sigilo tecnológico ou industrial.

A empresa deve manter um arquivo com cópia de todas as comunicações realizadas (registro dos documentos recebidos e emitidos), mantido durante o tempo previsto nos procedimentos específicos.

Um tópico essencial no tocante às comunicações refere-se à divulgação das situações de risco, que são informações de elevado interesse, principalmente para as comunidades vizinhas e os órgãos ambientais. Constata-se que é necessário muito cuidado com a terminologia empregada (recomenda-se que não seja muito técnica) e com a forma de expor.

Passaremos a apresentar, de forma resumida, alguns aspectos relacionados com a **percepção** (como as pessoas em geral percebem e se posicionam frente aos riscos) e com a **comunicação** dos riscos.

A avaliação de riscos tem por objetivo auxiliar a tomada de decisão com relação à implantação de empreendimentos. Uma das atividades importantes é a de “comunicação dos riscos”, o que é bastante difícil,

pois o público usualmente não dispõe de formação ou informações suficientes para avaliar corretamente o risco real existente.

O risco real é, quase sempre, diferente do risco imaginado ou percebido pelo público, ou partes interessadas, excetuando-se os especialistas dos órgãos ambientais (se estes forem considerados como "público", embora sejam tomadores de decisão e também se preocupem em como a sociedade vê e reage aos riscos). Se considerarmos como público a comunidade próxima ao empreendimento, os formadores de opinião, a imprensa, as ONGs e outros, verificamos que, em função de experiências anteriores, comportamentos, informações disponíveis e outros fatores subjetivos, a percepção que eles têm do risco pode ser falsa ou distorcida, subestimada ou superestimada, resultando em desvios em relação ao risco real existente. Verificamos, por exemplo, que no Brasil, são subestimados alguns riscos tais como viajar em certas estradas à noite, como a rodovia Régis Bittencourt, doenças coronarianas, diabetes ou câncer (pelo descaso que se observa com a alimentação ou o fumo), efeito de agrotóxicos nos alimentos, com o ataque de tubarões (caso particular de surfistas de Pernambuco), pesca em alto mar, deslizamento de encostas em favelas, dirigir após beber, maior chance de câncer de pele resultante da exposição ao sol, uma série de desastres causados pela natureza, entre outros, enquanto superestimamos riscos como aqueles relacionados a viagens aéreas, picadas de cobras, poluição por incineradores, vazamentos em indústrias químicas, acidentes nucleares e outros.

Um dos problemas da empresa é, portanto, procurar fazer com que os riscos de seu empreendimento sejam percebidos pelo público de uma maneira realista e com argumentos técnicos, usando-se, sobretudo, comparações, para que as resistências irracionais sejam contornadas. A comunicação de riscos, segundo o *U.S. National Research Council* "é um processo interativo de troca de informações e opiniões entre indivíduos, grupos e instituições". Essa definição deixa claro o caráter de mão dupla de troca de informações, para a solução de tensões, o que coloca em dúvida a eficácia de comunicados publicados pela imprensa como matéria paga, preferindo-se outras formas de comunicação como palestras, debates, artigos que permitem análise e resposta, etc., estas constituindo-se em formas de melhorar as análises e adotar medidas preventivas, que evitem eventos indesejáveis ou permitam reduzir suas consequências, caso sejam inevitáveis. A abordagem técnica, como vi-

essa abordagem, consiste em relacionar a probabilidade de ocorrência de um evento com a consequência resultante.

Uma análise interessante consiste em comparar o risco objetivo com o risco subjetivo (avalado). O risco objetivo é aquele baseado em cálculos matemáticos e estatísticos. O risco subjetivo é aquele baseado em julgamentos intuitivos das pessoas. Neste caso, a percepção do risco pode chegar a resultar em situações desafortunadas ou de stress. Por exemplo, quando ocorreu em 1987 o acidente radioativo em Goiânia (destruição indevida de uma capsula de césio), assim que foi notificado o acidente, das 20.000 pessoas da cidade, cerca de 5.000 pessoas procuraram os serviços de saúde, alegando, ou realmente apresentando sintomas de stress e alergias, quando nenhuma delas apresentava alguma contaminação.

A demanda atual por novos produtos, cada vez mais sofisticados e complexos, tem acarretado a necessidade de novos processos produtivos, que eventualmente apresentam maiores riscos ao meio ambiente. O gerenciamento dos riscos, feito por especialistas, tanto para analisar a aceitabilidade desse empreendimento (órgãos ambientais) como pelas próprias realizadores e operadores, torna-se necessário para que não ocorra a exposição indevida de populações a eventos fora de controle. As reações e intolerâncias das populações ao risco têm conduzido a debates e questionamentos inflamados durante as audiências públicas e na imprensa, afetando a imagem das empresas envolvidas, frequentemente influenciando, não somente de forma técnica, mas também política, na própria aprovação de implantação de empreendimentos industriais.

4.16. Documentação do Sistema de Gestão Ambiental

O objetivo da documentação é descrever os principais elementos do SGA, ou seja, registrar a política ambiental, objetivos, metas, programas, funções-chave, definição de responsabilidades e indicar formas de trabalho apropriadas. Os principais documentos relacionados a este assunto são o Manual de Gestão Ambiental (ou Manual da Qualidade Ambiental), os Procedimentos, as Instruções de Trabalho e os Registros requeridos pela ISO 14001. É interessante que a documentação do SGA siga os padrões de documentos da empresa, principalmente para facilitar a integração do sistema à administração e à política global da organização.

Os documentos, incluindo os registros, devem assegurar o planejamento, a operação e os controles eficazes dos processos que estejam associados com os aspectos ambientais significativos (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

O sistema de documentação constitui-se em uma excelente ferramenta para assegurar uma compreensão uniforme das diretrizes e procedimentos do SGA em todos os níveis, incluindo a definição de formas de controle da qualidade ambiental e de responsabilidades dos envolvidos no cumprimento de procedimentos e instruções de trabalho.

É mais comum existirem os documentos exigidos na forma de papel, porém é cada vez mais crescente o uso de arquivos eletrônicos em computadores PC, pelas inúmeras vantagens e economia. Entretanto, é necessário aumentar o nível de controle sobre a atualização destes arquivos, sob risco de uso de documentos que já perderam validade e foram substituídos, bem como existir um bom controle de *back-ups*. Há uma tendência atual de que a documentação técnica das empresas passe a ser feita em arquivos eletrônicos, *on line*, para acesso por todos os interessados, em sistemas denominados EDMS (*Electronic Data Management Systems*).

A documentação escrita constitui a maior fonte de informações para as auditorias.

Além de procedimentos específicos para os processos, há também necessidade de existirem procedimentos para controle dos próprios documentos previstos.

O objetivo principal de qualquer sistema de documentação é, de uma forma bastante organizada, permitir a obtenção da informação certa na hora certa.

Os procedimentos e instruções de trabalho visam evitar a improvisação, que é uma fonte enorme de problemas e causa de grandes desperdícios, pois quase sempre as atividades não serão cumpridas da forma mais correta e eficaz, quando improvisadas. Ao se criar um procedimento, ele será feito com antecedência em relação às ações a realizar, de forma pensada e pesquisada, padronizando-se as boas práticas em toda a organização.

Deverá ser previsto um controle adequado dos documentos do sistema de gestão ambiental. Cada documento deve ser único, completamente legível, identificável, escrito em linguagem clara e simples, evi-

tando-se o uso de gírias e jargões. Além disso, devem ser observados os seguintes aspectos:

- aprovação dos documentos quanto à sua adequação, antes do uso, registrando as datas de aprovações;
- revisão e atualização dos documentos, quando necessário, submetendo-os a um novo processo de aprovação;

- codificação, que deve ser feita de forma a permitir uma fácil recuperação; usar, de preferência, o sistema WBS – *Work Breakdown Structure*, em que o empreendimento é “quebrado” em sistemas, com um sistema numérico ou alfanumérico que identifique os sistemas e seus elementos constituintes, equipamentos, acessórios, etc;

- localização rápida, principalmente no decorrer de uma auditoria. É interessante que a edição original (matriz) dos documentos fique em um arquivo técnico central da empresa;

- identificação clara de autores e revisores (nome legível ou rubrica, desde que exista um fichário de rubricas);

- aprovação por um gerente responsável (controle de autorizações para aprovar documentos);

- disponibilidade da versão atualizada em locais adequados (onde necessário, ou seja, onde sejam realizadas as operações que geram impactos e que exigem controle);

- identificação de documentos de origem externa que sejam necessários ao planejamento e operação do SGA, controlando-se a sua distribuição;

- remoção dos documentos obsoletos (e sua destruição ou arquivamento), de modo que seja evitada a sua utilização não intencional. Deve-se utilizar uma identificação adequada destes documentos (por exemplo, um carimbo com letras grandes registrando-se em todas as páginas “DOCUMENTO OBSOLETO”), se eles precisarem ser retidos para alguma finalidade;

- existência de arquivos com cópias de segurança (para uso em caso de incêndio e outros eventos), e *back-ups* de arquivos eletrônicos;

- preservação de alguns documentos (identificando-os claramente) para fins legais.

Os documentos não precisam ser isolados, com todo o conteúdo detalhado do assunto, sendo desejável que exista uma interação com outros sistemas gerenciais (não precisa ser um único manual). Assim, é

desejável que o Manual não seja um documento muito extenso. O ideal é criar um documento sumário, que direcione o usuário para outros documentos (procedimentos, manuais, rotinas, etc.) de cada assunto específico (referências), com chamadas do tipo "Go to" ou *hyperlink*. Dessa forma, o Manual fica mais fácil de ser consultado, além de facilitar as revisões.

Os tipos de documentos mais utilizados são:

- Manual de Gestão Ambiental
- Procedimentos
- Instruções de trabalho
- Rotinas operacionais
- Registros

Os documentos correlatos ao Manual devem incluir:

- informações sobre o processo
- organogramas
- padrões internos e procedimentos operacionais
- padrões para registros
- planos de emergência.

Devem ser implantados procedimentos para:

- indicar ações aos operadores de modo a evitar desvios que possam causar problemas ambientais
- ações para os empreiteiros
- monitoramento do processo
- procedimentos para a contratação de pessoas e serviços
- definições das funções e responsabilidades
- gerenciamento de registros, com registros de:
 - requisitos legais
 - regulamentos
 - aspectos e impactos ambientais (emissões)
 - controle de matérias primas
 - produtos acabados (composição, propriedades físicas, químicas)
 - multas e infrações
 - acidentes e incidentes
 - consumos de recursos (água, energia, etc.)

- calibração e aferição de instrumentos de medidas
- comunicação com partes interessadas (queixas, elogios, etc.)
- desempenho dos fornecedores
- desempenho dos sub-contratados
- contabilidade ambiental
- resultados de auditorias ambientais
- desempenho ambiental de concorrência, em relação a novos produtos e investimentos ambientais.

Recomendamos que a maioria dos procedimentos relacionados às atividades principais do Sistema de Gestão Ambiental e aquelas causadoras dos impactos ambientais mais significativos sejam feitos por escrito (existência formal). Além de melhor consolidar os conceitos e registrar as obrigações dos funcionários, tais documentos constituem-se em uma excelente ferramenta de padronização das atividades e de processos de treinamento. Entretanto, para fins de certificação, quando a norma não se referir explicitamente a “procedimentos documentados”, poderão ser aceitos procedimentos não documentados, vindos de usos e costumes, desde que fiquem evidenciadas práticas corretas das ações, implantadas e mantidas, com uma cultura bastante disseminada na empresa.

É desejável que exista um sistema simples, de fácil uso, e não complexo e trabalhoso. É possível haver uma divisão de responsabilidade; por exemplo, o gerente de segurança patrimonial pode ser responsável pelos registros de validade de extintores de incêndio e o engenheiro responsável pela fábrica, responsável pelo registro de emissões de poluentes (autorizações). A existência do sistema de documentação auxilia, dessa forma, a formalização da responsabilidade das pessoas.

É importante lembrar, quanto à existência de procedimentos que não se pode deixar de “cumprí-los”. E, antes de tudo, não se pode deixar de “tê-los”.

4.17. Controle Operacional

Todas as organizações, em seu trabalho diário, realizam processos, sejam eles industriais ou administrativos, para que a produção ocorra em condições controladas, gerando-se produtos e serviços conforme as especificações estabelecidas e, muito importante e atual, com os menores impactos ambientais possíveis.

Os controles devem ser concebidos para assegurar que o desempenho ambiental resultante esteja em conformidade com a política ambiental, os objetivos e as metas, ou seja, devem permitir uma verificação constante do cumprimento dos requisitos e metas estabelecidos.

A organização deverá, segundo a norma, identificar as operações e atividades associadas aos aspectos ambientais significativos, para que seja dada uma maior atenção a essas atividades, sendo essas operações contidas no escopo do controle operacional.

Os controles devem ser exercidos com o auxílio de procedimentos documentados de acompanhamento dos processos, com atuação direta na linha de produção e na manutenção, áreas onde provavelmente são observados os impactos ambientais mais significativos.

Os controles devem ser exercidos para cobrir situações onde sua ausência possa acarretar desvios em relação à política ambiental e aos objetivos e metas. Devem ser implantados para se verificar:

- as atividades relativas à prevenção da poluição e conservação de recursos, ligadas a atividades futuras (projetos, modificações de instalações, novas instalações, novos produtos);
- o controle diário da produção e melhoria contínua (gestão da rotina) e de trabalhos de manutenção;
- a gestão estratégica (atividades previstas para um futuro mais remoto, antecipando-se os requisitos ambientais).

Os controles devem ser exercidos para verificar as operações da empresa, se elas cumprem os critérios previstos, como uma rotina diária na organização para garantir a conformidade com requisitos (leis, normas, procedimentos). A melhor forma de exercer o controle operacional consiste em estabelecer procedimentos documentados e critérios operacionais, treinar as pessoas envolvidas e realizar periodicamente auditorias de verificação.

Na falta de controles, poderiam ocorrer desvios em relação aos objetivos e metas ambientais, ou da própria política ambiental. Os procedimentos e requisitos que devem ser cumpridos pelos fornecedores e prestadores de serviços devem ser comunicados a estes participantes (importantes) do processo de melhoria de desempenho ambiental.

Existe uma situação denominada pela expressão "condições controladas", na qual é definido um estado determinado, onde os processos de produção ocorrem de modo previsível, sob controle do pessoal de

operação. Os controles aplicam-se, na maioria das vezes, a estas condições. Com as alterações necessárias, isto também se aplica aos procedimentos da área administrativa. No ciclo PDCA para "Manutenção" das tarefas rotineiras, o "P" pode ser substituído por "S", de Standard; depois de estabelecida e adquirida confiança no processo, são feitos os procedimentos de operação, que não podem ser modificados sem que as gerências estudem um novo ciclo PDCA para "Melhorias", quando um novo processo deverá ser cuidadosamente estudado, visando atingir um novo patamar de qualidade.

Para efetivar o controle, sugere-se elaborar listas de verificação ("*check lists*"), para orientar o monitoramento constante das características importantes dos processos, observando se as atuações são feitas sobre as causas e não sobre os efeitos. Os poluentes, em muitos casos, são emitidos de forma anormal como resultado de operações indevidas de máquinas, perdas de produtos, estocagem inadequada, entre outros fatores. Assim, os controles devem ser voltados às atividades de prevenção (prevenir a poluição) e conservação de recursos. As técnicas para controle de poluição (ou minimização de seus efeitos) devem ser bem conhecidas pelos gerentes e operadores dos processos industriais.

A avaliação deve ser feita de preferência com base nos indicadores ambientais.

Devem ser elaborados controles para verificar o cumprimento dos requisitos legais ou outras normas da companhia, bem como dos procedimentos relativos às atividades de contratação (fornecedores), recebimento e estocagem de matérias-primas, produção, resíduos gerados (disposição), estocagem de produtos acabados, transporte, atendimento pós-venda, marketing.

Deve ser concebido e implementado um controle visando a gestão estratégica, como forma de prevenção no futuro mais remoto, para que a empresa se antecipe às exigências da legislação quanto aos requisitos de desempenho ambiental.

Outra sugestão é de que sejam preparados procedimentos contábeis para apropriação e controle dos custos e despesas ambientais, ou seja, devem ser identificados quais foram os investimentos realizados em melhorias das instalações industriais, para proporcionar melhorias ambientais e na melhoria dos produtos e embalagens, bem como a avaliação do retorno desses investimentos.

Da mesma forma que ocorre em relação aos procedimentos operacionais, é interessante que os colaboradores envolvidos participem da elaboração dos procedimentos de controle.

Os procedimentos de avaliação de efeitos ambientais podem ser gerais (avaliam, de uma forma ampla, questões de legislação, pressões do mercado, etc.) ou específicos. Os procedimentos específicos dependem de cada caso:

- produtos: devem ser avaliados quanto ao ciclo de vida, ou seja, da matéria prima ao descarte final;
- processos: devem ser avaliados quanto às emissões de efluentes, de rejeitos, consumo de recursos, riscos, confiabilidade, FMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos);
- projetos: devem ser feitas avaliações com base no impacto ambiental (EIA-RIMA), ou seja, atividades de previsão da degradação que poderia ser causada pelo empreendimento, para que a sociedade decida pela sua conveniência;
- instalações em serviço: auditorias de conformidade com leis, procedimentos internos ou requisitos de órgãos ambientais, visando justificar a continuidade de operação e sua aceitação pela sociedade;
- aquisições: auditorias nos fornecedores, qualidade ambiental das matérias primas, identificação de passivos ambientais para definir valores de negociação em fusões e incorporações de empresas.

As avaliações dos produtos são feitas usualmente através da análise do ciclo de vida do produto, ou seja, observando-o “do berço ao túmulo”, desde a matéria prima com que ele foi fabricado até o seu descarte final, passando por todas as etapas de produção, transportes e uso. Para orientar os consumidores, existe a denominada “rotulagem ambiental”, que indica nas embalagens e especificações o desempenho ambiental do produto. Os denominados “selos verdes” indicam, por exemplo, se a embalagem é reciclável, se o produto não contém agentes nocivos (por ex. CFC), se ele não é testado em animais, etc., procurando orientar o consumidor, porém às vezes confundindo-o. A questão de rotulagem ambiental está sendo tratada pelo SC 03 do TC 207 da ISO e será abordada no Capítulo 5.

Uma forma que a empresa utiliza para promover o seu produto e divulgar aos seus consumidores que aquele produto não é agressivo ao meio ambiente (seja na fase de produção, seja durante o uso ou quanto

ao descarte final), o chamado “marketing ecológico”, que, conforme comentamos anteriormente, tem cada vez mais força de convencimento, pelo interesse de melhoria de qualidade de vida. A adoção de um “selo verde” a ser colocado em seu produto pode ser uma forma interessante de comunicação com o consumidor, podendo ser um bom “programa de gestão específico” como objetivo da empresa.

A avaliação de projetos, em muitos casos, é feita por meio do EIA-RIMA, Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente, documentos que fazem uma análise em profundidade do projeto e suas repercussões ambientais.

Com relação aos programas de gestão específicos, relacionados aos processos da empresa, é recomendável que sejam desenvolvidos esforços para aplicar os conceitos de desenvolvimento sustentável, bem como do uso de tecnologias limpas, conceito desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que significa aplicar, de forma contínua, uma estratégia ambiental, aos processos e produtos de uma indústria, a fim de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano.

No Capítulo 5 apresentaremos alguns programas de gestão específicos, detalhando um pouco mais a questão dos selos verdes.

4.18. Resposta às Emergências

A empresa deve estabelecer e manter procedimentos para indicar as ações a serem tomadas em potenciais acidentes e situações de emergência, bem como para prevenir e mitigar os impactos ambientais associados. Esses procedimentos devem ser revistos e atualizados, sobretudo após uma eventual e indesejável ocorrência de acidentes, incorporando-se a experiência prática duramente obtida.

Em resumo, esses procedimentos devem detalhar as responsabilidades das pessoas, prever o material requerido para dar cobertura rápida às ações emergenciais, de forma a reduzir as consequências do acidente. Uma outra grande vantagem associada é que, ao serem preparados esses procedimentos, estaremos aumentando o nosso nível de conhecimento do problema e identificando situações de risco que podem ser reduzidas, com modificações nos processos, instalações de dispositivos de segurança e um melhor treinamento dos operadores. Sempre que possível, devem ser aplicados os procedimentos em simulações e exercícios práticos (por exemplo, em *mock-ups* de exercícios contra incêndios).

Os procedimentos formais de ação em emergências originaram-se, provavelmente, durante a Segunda Guerra Mundial, após as enormes perdas causadas pelos aviões japoneses nos grandes navios de guerra americanos (porta-aviões, cruzadores, etc.), pelos pilotos japoneses chamados "kamikazes". No intuito de evitar a progressão americana durante a guerra no Pacífico, eles fizeram uma tentativa desesperada de impedir que a guerra chegasse ao território do Japão, que consideravam sagrado e se atiravam quase na vertical com seus aviões sobre importantes navios da esquadra americana. A defesa era praticamente impossível com a artilharia antiaérea. Os incêndios e alagamentos resultantes das avarias eram muito difíceis de serem controlados e as chances de perder o navio eram grandes. Para reduzir o efeito das avarias e fazer frente a essa nova situação, foram criados, nos navios, os "Grupos de Controle de Avarias" (CAV), onde todos os tripulantes foram designados e treinados para as funções especiais em postos de Incêndio, Alagamento, Colisão, etc., com todos os materiais necessários, já guardados prontos nos "Armários de CAV" (mangueiras, explosímetros, bujões, machados, etc.). Com essa prática, as consequências dos acidentes se tornaram muito reduzidas e sob controle, permitindo o salvamento de muitos navios e tripulantes. Essa experiência, após a guerra, foi de certa forma passada ao ambiente industrial. Esse mesmo tipo de ação, realizando-se uma preparação para as situações de risco, deve ser aplicado às empresas, visando aumentar a rapidez e eficiência das equipes no atendimento apropriado e controle de situações de emergência.

Notamos que, recentemente, em alguns acidentes em empresas com grandes repercussões ambientais, tem sido muito criticada a falta de Planos de Contingência, ou Planos de Resposta a Emergências, que preparam a organização para essas situações, indicando as ações a tomar na eventualidade do acidente. Mesmo pequenos vazamentos, cujas consequências sejam avaliadas como causadoras de impactos significativos, devem ser objeto de cuidados maiores, sendo previstas ações de preparação e resposta a essas emergências. Os planos deverão apresentar os procedimentos para resposta a situações de emergência, prevendo ações como o acionamento do plano, avaliação da situação, controle, rescaldo, descontaminação da área e assistência a eventuais vítimas. Devem ser identificadas as possíveis emissões acidentais para a atmosfera, as emissões para água e as descargas para o solo, bem

como as consequências dessas emissões sobre o meio ambiente e os ecossistemas. Com essa análise, ficarão evidenciadas as emergências potenciais.

Em seguida, além dos procedimentos que indicam as ações a serem tomadas nas condições anormais de operação, devem, particularmente, serem previstas as ações de cada equipe (ou pessoa da equipe) nos acidentes e nas situações de emergência.

Sempre que possível, devem ser realizados testes com os sistemas previstos para atuar em situações de emergência (por exemplo, ativar periodicamente o sistema de combate a incêndios). Em situações onde não seja possível realizar os testes, será necessário buscar outros mecanismos para assegurar a disponibilidade e efetividade dos sistemas de segurança, através de outras simulações e um planejamento bem elaborado, contemplando todas as possibilidades e situações.

Para controlar as situações de emergência, os procedimentos devem enfocar:

- identificação e caracterização de todos os possíveis cenários de acidentes, estudando-se as áreas de risco e processos críticos e sua classificação; dar ênfase na identificação dos riscos à saúde e segurança dos trabalhadores e do público externo;
- caracterização dos possíveis impactos ambientais resultantes dos diferentes cenários de acidentes;
- definição das responsabilidades de cada operador envolvido ou coordenador da ação; descrição da estrutura organizacional e funcional do controle de emergências (eventualmente para cada cenário acidental);
- mecanismos para localização e convocação rápida de pessoas-chave (celular, BIPs, lista com telefones residenciais das pessoas);
- identificação dos equipamentos e materiais adequados para a resposta às emergências (para a monitoração, ações visando interromper o acidente, descontaminação e assistência a eventuais vítimas), garantia de sua aquisição, treinamentos no uso, ações visando sua correta manutenção e garantia de disponibilidade;
- lista de ações a serem rapidamente tomadas pela equipe, para cada tipo de acidente;
- preparação de Fichas de Emergência para os materiais perigosos envolvidos nos processos (Nota: sugiro conhecer o "Manual para

- Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos", editado pela ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química);
- procedimento para convocação rápida do Corpo de Bombeiros e de empresas especializadas, se for o caso; (Nota: a ABIQUIM possui um programa chamado Pró-Química, para auxiliar nessas situações, telefone 0800-11 8270);
 - descrição dos programas de treinamento das equipes de atendimento a emergências, tais como cursos, aulas teóricas sobre os perigos, tipo e justificativa de cada uma das ações, como isolamento, e evacuação de áreas sob risco, ações de resgate de vítimas, de combate aos eventos anormais (fogo, vazamentos, etc.), treinamento prático em simulador;
 - recursos de alarmes e sinalização do acidente;
 - procedimentos indicando ações a tomar na ocorrência das emissões acidentais para a atmosfera, para as águas (rios, lagos, córregos, rede de esgoto) ou vazamentos para o solo;
 - recursos e procedimentos para o monitoramento ambiental após o acidente;
 - introdução de mecanismos que aumentem a segurança (válvulas de alívio, redundâncias, tanques de transbordo, bacias de contenção);
 - realização de análises de risco, HAZOP, modelos de vulnerabilidade da planta;
 - plano de comunicações internas e externas (vizinhos, etc.);
 - preparação de informações sobre os materiais perigosos existentes, o impacto desses materiais sobre pessoas e sobre o meio ambiente, medidas corretivas imediatas (primeiros socorros para pessoal e ações para mitigar os impactos);
 - procedimentos para comprovar as ações do operador na situação de funcionamento anormal das máquinas e sistemas;
 - procedimentos para retomada das atividades, após a solução dos problemas;
 - procedimento para preservação de segredos industriais, nas situações de emergência;
 - planos de treinamento para verificar a efetividade das ações e o grau de prontidão das equipes.

Muitas situações de emergência com repercussões ambientais ocorrem durante operações de transporte de produtos, sobretudo com-

... bustíveis e outros produtos químicos. Cuidados especiais devem ser tomados (sendo definidos procedimentos específicos) em situações de transferência de cargas e interconexão entre diferentes meios de transporte (transporte intermodal). Dependendo dos riscos envolvidos com o produto, devem ser estudados os itinerários, as condições de manutenção das rodovias, os pontos de apoio, as épocas do ano mais adequadas evitando quedas de barreiras, os riscos de alagamentos em épocas de grandes chuvas, a sazonalidade de tráfego (feriados e safras agrícolas), o apoio possível de órgãos de defesa civil e corpo de bombeiros. Sendo possível e economicamente viável, devem ser escolhidas as rotas de menor risco, evitando-se áreas densamente povoadas, áreas de proteção de mananciais e de reservatórios de água para a população. Devem ser identificados os pontos vulneráveis do percurso, tais como cruzamento com outras rodovias ou ferrovias. Se necessário ou recomendável, deve ser previsto comboio com escolta. Os veículos deverão estar sinalizados, com simbologia de acordo com o produto transportado, de acordo com os Decretos Federais nºs 88.821 de 06/10/83 (aprova o Regulamento para a Execução do Serviço de Transporte Rodoviário de Cargas ou Produtos Perigosos) e nº 96.044, de 18 de maio de 1988 (aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências).

A organização deve periodicamente analisar e, quando necessário, revisar seus procedimentos de preparação e resposta a situações de emergência. Após uma ocorrência indesejável (acidentes ou situações emergenciais) deverão ser revistos os procedimentos e o Plano de Resposta às Emergências em face dos resultados reais.

Na eventualidade de um acidente, são recomendadas várias ações, que serão aqui apenas citadas. Entre elas, lembramos que é muito importante informar às autoridades e pedir auxílio ao Corpo de Bombeiros, que possui profissionais especializados e equipamentos para controle dessas situações. Lembramos, também, que em um acidente com produtos químicos (emergência química) são recomendáveis ações físicas (barreiras, bujonamentos, contenção) e não ações químicas (neutralização, queima, etc), pois o comportamento dos produtos pode ser diferente daquele apresentado em laboratório, com liberação de outros contaminantes. Os principais passos, em uma situação de acidente (que devem ser explorados nos procedimentos da empresa) são:

- a) notificação do acidente;
- b) identificação e caracterização dos produtos;
- c) avaliação dos riscos dos produtos;
- d) isolamento do local;
- e) solicitação de apoio;
- f) monitoração ambiental do local do acidente;
- g) melhor definição da área a isolar;
- h) identificação e disponibilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ao pessoal de socorro;
- i) salvamento de vidas humanas;
- j) ações para evitar a propagação do acidente;
- k) ações de salvamento do material da empresa;
- l) ações de descontaminação;
- m) ações de rescaldo;
- n) ações de recuperação ambiental; e
- o) relatório detalhado dos eventos.

As análises de risco e de confiabilidade de sistemas são formas interessantes de previsão e estudo de consequências em situações emergenciais, provendo subsídios para os procedimentos. Sugiro, para maior aprofundamento do assunto, consultar e usar o programa RMP (Risk Management Planning), obtido em <http://response.restoration.noaa.gov/chemaids/rmp/rmp.html>, ou, através do site da EPA (*Environmental Protection Agency*), obter e utilizar um excelente programa para simulação de acidentes com lançamento de produtos químicos para a atmosfera, chamado de ALOHA (acesso em <http://response.restoration.noaa.gov/comeo/aloha.html>), veja no anexo “Bibliografia” da Internet, em “Riscos”.

4.19. A Cultura de Segurança

Embora não seja um requisito das Normas ISO 14001 para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental, decidimos abordar este tópico neste livro, em vista de sua estreita correlação com os requisitos de preparação da empresa para resposta em situações de emergência e ações preventivas às emissões de poluentes. O assunto ganha importância quando estivermos tratando de empresas com potencial mais elevado de riscos, como é o caso de muitas indústrias químicas.

O termo cultura de segurança, cada vez mais empregado pelas indústrias, foi inicialmente adotado pela Agência Internacional de Energia Atômica, reconhecendo o fato de que a segurança nuclear depende muito das ações e da conscientização das pessoas dentro da organização quanto à necessidade de prevenir os riscos. Edgar Schein, citado por PACKER (2002), que estudou em profundidade esse problema, propôs três níveis da cultura de segurança na organização:

1º nível – Chamou de implementação de “artefatos” – que é a estrutura organizacional visível de processos – aquilo que você consegue ver, ouvir, sentir.

2º nível – Chamou de “valores esposados” ou “valores admitidos, assumidos” – que são as estratégias, metas, filosofias. Trata-se daquilo que a organização diz a respeito dela própria.

3º nível – São as “hipóteses básicas ou essenciais”, as funções e posturas, que normalmente são inconscientes e verdades assumidas, crenças, percepções, modos de pensar.

Os “artefatos”, aquilo que é visível, são os produtos da organização, são as defesas na cultura de segurança, as ações que realmente são tomadas para permitir a realização de uma determinada operação de forma segura, incluindo, por exemplo, procedimentos atualizados, procedimentos conservativos, comunicação aberta, auto-verificações, linhas claras de autoridade, auditorias, melhoria de processos, ou seja, as defesas que existem para salvaguardar e prevenir os riscos.

Os valores esposados, aqui com o termo empregado no sentido de “casados”, referem-se aos compromissos assumidos pela direção da organização, aquilo que a organização diz que ela quer ser e como deve agir. A sua divulgação ocorre com a fixação de uma “Política de Segurança”, para promover comportamentos, atitudes, expectativas, definições da missão, sendo essencial a sua divulgação e compreensão correta em todos os níveis, feita pela *intranet*, *posters*, *banners*, *crachás* e documentos divulgados.

É importante que os padrões e critérios relacionados à cultura de segurança, estabelecidos por organismos como a Agência Internacional de Energia Atômica, se transformem em valores esposados pela organização. E, trabalhados para customizá-los à estrutura e hábitos, eles podem ser transformados em procedimentos e instruções de trabalho, ou seja, em “artefatos”.

O terceiro nível, que consideramos como sendo o mais importante a ser atingido, com o auxílio dos valores esposados e dos "artefatos", refere-se às crenças inconscientes que se tornam visíveis pelas ações dos colaboradores, observando-se os padrões de comportamento, que sejam visíveis.

Na área industrial, é essencial se buscar a operação segura. Ou seja, estudar os processos envolvidos com ênfase na sua vulnerabilidade e potencial de perigos. A questão de segurança deve ser uma das prioridades da empresa, sendo observadas as vulnerabilidades. A melhor forma para reduzir a vulnerabilidade consiste no emprego do princípio da defesa em profundidade, para compensar falhas humanas e falhas materiais. São estabelecidos vários níveis de proteção, na forma de barreiras sucessivas, de modo a impedir a liberação de materiais perigosos para o ambiente. As defesas podem ser enquadradas em um dos três tipos que poderíamos chamar aqui de 3 Ps – Planta, Processo e Pessoas:

- a) na planta – considera-se que a instalação (planta ou equipamento) é uma barreira efetiva de segurança se ela estiver nas condições de projeto, com uma manutenção adequada e na configuração de projeto para a qual foi projetada aquela instalação;
- b) no processo – devem ser buscadas todas as formas de impedir a propagação de eventuais acidentes, preparando-se procedimentos para as situações de risco;
- c) nas pessoas – as barreiras são efetivas se as pessoas tiverem sido treinadas e qualificadas, sendo importante realizar avaliações de desempenho e realimentação dos resultados.

Como um exemplo, consideremos a questão de segurança na aviação comercial. O avião (equipamento) precisará ser seguro, construído com matérias resistentes, deverão ter sido previstas redundâncias em sistemas críticos (por exemplo, computadores, sistemas hidráulicos dos freios, etc.), com um projeto homologado por órgãos de avaliação (FAA nos Estados Unidos), sua manutenção deverá ser adequada e confiável. Quanto ao processo, o sistema de controle de vôo deverá ter um desempenho adequado (radares, pistas dos aeroportos, etc.). Quanto às pessoas, os pilotos devem ter uma qualificação adequada, comprovar treinamentos em simuladores, exames de saúde, condições psicológicas, descanso adequado antes do vôo, etc.

Citando um outro exemplo, da área nuclear, podemos considerar seis barreiras físicas ou materiais em relação a um combustível nuclear

dentro de um reator: a primeira barreira é a própria matriz cerâmica do combustível (pastilhas de urânio, que não podem esfarelar quando submetidas à radiação e a esforços), a segunda é a tubulação das varetas que contém as pastilhas, a terceira o vaso do reator, a quarta a blindagem do reator, a quinta a piscina do prédio e, finalmente, a sexta sendo a contenção do prédio, que impede a contaminação do meio ambiente mesmo ocorrendo o pior acidente postulado para a instalação.

Todas as barreiras precisam ser bem cuidadas, não se aceitando a operação com equipamentos degradados.

A cultura de segurança exige um ambiente onde haja inter-relação entre:

- os compromissos da organização
- os compromissos dos gerentes
- os compromissos dos empregados.

De acordo com Schein, citado por PACKER (2002), são sugeridos 6 tipos de hipóteses definindo a natureza da organização:

A. Ação – hipóteses em relação ao tipo de ações que precisam ser tomadas;

B. Informação – hipóteses sobre as bases aceitas para julgamentos;

C. Motivação – hipóteses em relação à motivação dos colaboradores, como as pessoas são motivadas e como elas alteram o seu comportamento;

D. Hierarquia – hipóteses em relação à aplicação do poder na organização;

E. Liderança – hipóteses a respeito do papel dos líderes;

F. Tempo – hipóteses em relação aos comportamentos no passado, na época atual e previsão de futuro.

Em qualquer organização onde se utilizam processos ou materiais com nível de risco mais elevado que o normal, é muito importante a ênfase em se desenvolver uma cultura de segurança. E, nesse trabalho de organização e gerenciamento da promoção da cultura de segurança, o papel da liderança é vital para a formação dessa cultura em todo o pessoal envolvido. É importante a existência de uma Política de Segurança, emitida pela Alta Administração, com a visão e intenções quanto a este assunto. As atividades do líder devem ser os primeiros exemplos de postura correta frente aos riscos.

O gerente ambiental deve ser bem compreendido em suas idéias, deve definir a direção e as metas, implementar e manter um treinamento e espírito empreendedor dentro da organização.

A implantação da cultura de segurança pode ser realizada por atividades previstas em um PDCA particular, semelhante ao empregado para a implantação do SGA:

Fase P – Planejamento: definir os compromissos de segurança, padrões, normas a serem observadas, os objetivos e metas, a finalidade e a atribuição de responsabilidades;

Fase D – Realização: implementar as ações relacionadas à promoção da cultura de segurança para atender às metas, realizar treinamentos e controlar os processos, estabelecer mecanismos de prevenção de riscos (riscos normais e riscos resultantes de situações de emergência);

Fase C – Verificação: realizar auditorias e inspeções visando avaliar as ações tomadas; analisar os desvios e procurar as causas, tomando ações corretivas e ações preventivas;

Fase A – Ação: realizar uma avaliação de todo o processo, para assegurar a existência de uma cultura de segurança na organização.

A primeira atividade consiste em investigar o estágio existente quanto à cultura de segurança dentro da organização, procurando os pontos fracos e problemas potenciais, estabelecer uma política e uma estratégia para a promoção da cultura de segurança, definir pontos chaves e metas de promoção da cultura de segurança. Após esse levantamento inicial, implementar as ações identificadas e monitorar a sua efetividade. Em seguida, realizar auditorias para identificar os pontos fracos porventura existentes e novos problemas que ocorreram durante as atividades de preparação.

É importante não se esquecer das empresas contratadas e serviços terceirizados, como elas se posicionam quanto à cultura de segurança e sistemas de qualidade.

Resumindo e, em alguns casos expandindo os comentários acima, os seguintes passos devem ser seguidos:

1º – redigir, com bastante clareza, uma política de segurança que seja bem compreendida e reconhecida por todos os membros da organização e pelo público, mostrando a importância atribuída quanto à cultura de segurança;

2º – investigar e avaliar como está a situação da cultura de segurança na organização (postura das pessoas);

3º – definir áreas em que a cultura de segurança é essencial, porém não está sendo cumprida adequadamente, que precisam ser melhoradas e reforçadas. Definir claramente as responsabilidades, tarefas e requisitos de cada pessoa que tenha participação na operação de processos com risco elevado ou trabalhe com produtos perigosos. Definir um grupo de trabalho para promover os conceitos de cultura de segurança, com a participação de facilitadores de cada área organizacional;

4º – definir um conteúdo, escopo e cronograma de promoção da cultura de segurança para reforçar áreas carentes;

5º – assegurar a disponibilidade de recursos financeiros e humanos para gerenciamento de segurança e construção da cultura de segurança;

6º – realizar avaliações e auditorias sobre a compreensão e o cumprimento da política de segurança, informando periodicamente a todas as pessoas da organização os resultados dessas avaliações e auditorias. Avaliar os resultados das auditorias e da monitoração, implementando ações corretivas ou preventivas e novas metas de melhoria;

7º – participar de intercâmbios com outras organizações similares, identificando problemas de segurança ocorridos e as soluções adotadas, para implantar medidas preventivas;

8º – estabelecer de uma forma bem consistente (e continuamente) na organização a idéia de que segurança e qualidade estão em primeiro lugar.

Uma postura correta exige que a administração atribua elevada prioridade à segurança e estrito cumprimento das leis nacionais, regulamentos, critérios e compromissos da empresa, existindo um esforço para atingir bom nível de desempenho das operações e assegurar melhoramento contínuo. Deve ser estabelecido um sistema gerencial voltado à segurança de operações, para promover a cultura de segurança, definindo-se claramente as responsabilidades desde os níveis de direção e gerencial até o nível da força de trabalho, dos operadores de processos e técnicos. Deve ser assegurada a existência de defesas de profundidade em relação a riscos e processo de tomada de decisões conservativas e transparências nos assuntos relacionadas a segurança. É importante que seja implementado um sistema de realimentação de experiências, de forma que a organização esteja em contínuo aprendizado, estabelecendo mecanismos preventivos. Promover e cultivar a cultura de segurança é um dos passos mais importantes no processo gerencial, quando

a organização produz ou manipula produtos perigosos. É necessário reforçar o senso de responsabilidade de todos com relação à segurança lembrando que cada um é uma barreira, cada pessoa com seu trabalho é uma barreira de segurança, impedindo acidentes ou incidentes.

Para que se consiga implementar e manter ativa a cultura de segurança, é necessário garantir, por meio do aprendizado contínuo e de um questionamento constante, um elevado nível de consciência sobre os riscos e fatores de segurança que reduzam os riscos para níveis aceitáveis. Além disso, a preparação da organização para resposta rápida a situações de emergência também contribui para a melhoria. Os participantes da organização devem, com o auxílio e apoio das chefias, aumentar continuamente seu nível de conhecimento e desenvolvimento individual, senso de auto-crítica e trabalho em equipe, com metas comuns e senso de valores comuns.

Segundo a ELETRONUCLEAR (2000), é necessário que os indivíduos tenham uma atitude questionadora, rigorosa e prudente. Antes de iniciar qualquer atividade relacionada à segurança, eles devem levantar questões como:

- Entendo a tarefa?
- Quais são as minhas responsabilidades?
- Como elas se relacionam com a segurança?
- Tenho os conhecimentos necessários para proceder corretamente?
- Quais são as responsabilidades das outras pessoas?
- Há alguma circunstância não usual?
- Preciso de algum auxílio?
- O que pode acontecer de errado?
- Que consequência pode ter uma falha ou erro?
- O que pode ser feito para prevenir as falhas?
- O que faço se ocorrer uma falha?

Ainda segundo a ELETRONUCLEAR (2000), outros pontos importantes relacionados ao comportamento das pessoas envolvem:

- entendimento do procedimento
- obediência ao procedimento
- atenção para o inesperado
- parada para reflexão quando ocorrerem problemas

- procura da ajuda necessária
- atenção à ordem, ao prazo e à limpeza
- cuidado em todas as ações
- abandono de simplificações e atalhos.

Para assegurar a efetividade da cultura de segurança, é importante que sejam realizadas verificações quanto à segurança. Se possível, é interessante que sejam convidados como avaliadores os profissionais de outras organizações similares, para que eles tragam as suas experiências do assunto e sejam identificadas oportunidades de melhoria. Também devem ser identificados indicadores de desempenho da cultura de segurança.

OBADIA (2002), estudou em profundidade a questão da cultura de segurança, objeto de sua tese de doutoramento, tendo realizado uma avaliação de uma instalação nuclear, no Rio de Janeiro. Ele preparou uma interessante correlação dos fatores que colaboram para a obtenção de uma cultura de segurança com os critérios de excelência avaliados para a concessão do "Prêmio Nacional de Qualidade". Estes critérios (Modelo de Excelência), foram criados em 1991, com base no *Malcolm Baldrige American Quality Award*, com o objetivo de identificar organizações de "classe mundial", avaliando oito critérios de excelência: Liderança; Estratégias e Planos; Clientes; Sociedade; Informação e Conhecimento; Recursos Humanos; Processos e Resultados. Em seu trabalho de avaliação, OBADIA et al (2002) pontuaram os seguintes fatores, ligados aos critérios de excelência do Prêmio Nacional de Qualidade:

- Compromisso da Alta Direção com a segurança;
- Liderança evidente;
- Alta prioridade à segurança;
- Direcionamento sistemático à segurança;
- Importância da segurança nos planos estratégicos da organização;
- Ausência de conflitos entre a produção e a segurança;
- Relacionamento com órgãos licenciadores e regulatórios;
- Perspectiva pró-ativa e de longo prazo;
- Gerenciamento de mudanças;
- Qualidade dos documentos e procedimentos;
- Cumprimento de regulamentos e procedimentos;
- Pessoal qualificado e bem dimensionado;

- Tarefas e responsabilidades bem definidas;
- Transparência e comunicação;
- Motivação e satisfação no trabalho;
- Boas condições de trabalho relacionadas ao tempo de execução, carga de trabalho e *stress*;
- Adequada alocação de recursos;
- Colaboração e trabalho em equipe;
- Tratamento de erros no trabalho;
- Gerenciamento de conflitos;
- Evolução organizacional por meio do aprendizado; e
- Compromisso com o desempenho e mérito.

Um trabalho interessante será uma verificação desses fatores na organização em que estivermos com interesse em aplicar o Sistema de Gestão Ambiental.

4.20. Verificação

A fase de verificação (“*Check*”) do PDCA é importante para comparar se os objetivos e metas foram efetivamente atingidos na fase de execução do plano, ou seja, realizar a confrontação daquilo que foi planejado com aquilo que foi realmente executado. A etapa mais importante desta fase refere-se à realização de auditorias internas, onde será verificado, com detalhes, o atendimento de todos os requisitos estabelecidos na norma e outros documentos tais como procedimentos, instruções de trabalho e a própria legislação ambiental.

Esta fase serve, então, para determinar a eficácia do sistema gerencial, e também avaliar os sistemas (equipamentos) da empresa, ou seja:

- identificar tudo o que deu certo, conforme planejado;
- identificar os pontos de insucesso, propondo ações corretivas.

Para cada área ou atividade importante, sugere-se:

- identificar e documentar a informação de verificação a ser obtida e especificar a precisão requerida dos resultados (identificadores de desempenho ambiental);
- especificar e documentar os procedimentos de verificação, os locais e épocas das medidas;

- preparar listas de verificação (*check lists*) que darão apoio às auditorias de verificação da efetividade do SGA;
- preparar, documentar e manter procedimentos de garantia de qualidade, incluindo calibração e gráficos de controle de qualidade, mantendo registros desse material;
- preparar e manter procedimentos para aquisição de dados e interpretação;
- preparar e documentar critérios de aceitação, bem como as ações a serem tomadas quando os resultados forem insatisfatórios (ações corretivas);
- acessar e documentar a validade dos dados quando se suspeitar que os sistemas de verificação não estejam funcionando bem;
- verificar que os indicadores de desempenho ambiental sejam confiáveis e que os resultados sejam reproduzíveis sob as mesmas condições;
- salvaguardar medidas e instalações de teste de ajustes não autorizados ou avarias;
- identificar e implementar oportunidades de melhoria no SGA, por meio de ações preventivas aos riscos.

4.21. Monitoramento e Medição

O monitoramento consiste no acompanhamento contínuo do processo, tanto gerencial quanto técnico, de modo a que a organização disponha, a todo instante, de um conhecimento completo sobre o desempenho de seu sistema de gestão ambiental. Monitorar significa medir ou avaliar, ao longo do tempo.

Controlar, por outro lado, significa tomar as ações para que as atividades e operações sejam realizadas de acordo com um padrão estabelecido, realizando-se os ajustes necessários quando o sistema começa a se afastar desse padrão.

A Norma ISO 14001 determina que a organização estabeleça, implemente e mantenha procedimentos para monitorar e medir regularmente as características principais de suas operações que possam causar impactos ambientais significativos sobre o meio ambiente. As informações de desempenho devem ser registradas em documentos do SGA, bem como os controles operacionais e as evidências de conformidade com os objetivos e metas estabelecidos.

A versão 2004 da Norma ISO 14001 passou a incluir um tópico específico (4.5.2) referente à avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos. Da mesma forma, a organização deverá implementar e manter procedimentos para avaliar periodicamente o atendimento aos requisitos legais aplicáveis e a outros requisitos subscritos pela organização (por exemplo, referentes ao atendimento ao Processo "Atuação Responsável"), mantendo registros dessas avaliações.

Os registros dos resultados das avaliações periódicas realizadas pela organização devem ser preservados em seu sistema de documentação.

Para que esta fase de monitoramentos e medições apresente resultados confiáveis, é necessária a existência de indicadores de desempenho, ou seja, formas de medir e comparar, conforme comentado em 4.8 (objetivos e metas). Para cada tipo de variável devem ser definidas as formas de quantificar e avaliar (em se tratando de avaliações gerenciais) ou de medir (em se tratando de variáveis físicas, químicas ou biológicas do processo).

Qualquer medida somente pode ser considerada válida se ela tiver sido realizada com instrumentos de medidas calibrados, sem o que a medida tem pouco valor em termos de confiabilidade. Os registros de calibração devem ser preservados, para comprovação em auditorias, caso sejam solicitados. A calibração requer que os instrumentos sejam comparados a outros rastreáveis a padrões de níveis mais altos, existentes em laboratórios especializados (normalmente participantes da Rede Brasileira de Calibrações) que, por sua vez, são comparados a padrões de nível ainda mais alto até se chegar ao padrão primário, do INMETRO. Os registros dessas calibrações devem ser arquivados e rastreáveis, atendendo a procedimentos específicos da empresa.

Outra atividade importante consiste em garantir a confiabilidade metrológica, em parte garantida pela calibração, mas também dependente da existência de critérios de aceitação para as incertezas inerentes ao próprio processo de medição. Os equipamentos de medidas devem ser adequados para a execução daquelas medidas específicas pretendidas em cada caso (cada utilidade), possuindo resolução e incertezas compatíveis com tais necessidades. Por exemplo, em certas medidas, é necessário que a resolução do equipamento seja da ordem de partes por milhão (ppm), enquanto que em outras, podemos ter a necessidade de chegar a partes por bilhão (ppb), como é o caso de medidas de concentração de dioxinas na atmosfera.

4.22. Não Conformidades, Ações Corretivas e Preventivas

Não-conformidade significa o não atendimento de um requisito, segundo a Norma ABNT NBR ISO 9000:2000, item 3.6.2. As não conformidades são todos os aspectos e valores que não se encontram de acordo com as leis, requisitos das normas aplicadas (por exemplo, algum item da ISO 14001), de algum procedimento ou instrução de trabalho criada para o SGIA, e outros regulamentos estabelecidos pela empresa.

As normas de gestão ambiental exigem que sejam redigidos e implantados procedimentos para identificar as não conformidades, verificar as responsabilidades e definir as medidas corretivas necessárias para mitigar os impactos ambientais.

Deverão ser também definidos os responsáveis pela documentação, comunicação e correção de não-conformidades, sendo avaliados os riscos potenciais e impactos ambientais decorrentes.

A identificação da necessidade de tomar ações corretivas é, normalmente, resultante de um trabalho de análise sobre o material coletado nas auditorias internas ou da observação dos processos industriais, quase sempre referentes às não-conformidades sistêmicas. As medidas tomadas devem ser adequadas à magnitude e à extensão dos problemas e à amplitude dos impactos ambientais encontrados.

As ações corretivas deverão ser baseadas em procedimentos cuidadosamente estudados, avaliados e documentados. O processo de tratamento de não conformidades, por meio de ações corretivas, deve incluir uma análise de eficácia dessas ações, ou seja, assegurar que elas foram adequadas e suficientes para remover o problema e impedir a sua reincidência.

Identificada uma não-conformidade, é necessário investigar as causas geradoras, de modo a atuar no sentido de evitá-las no futuro. Esse trabalho pode ser realizado, por exemplo, empregando-se um diagrama de Ishikawa. A causa fundamental (principal, para a ocorrência do efeito indesejável) poderá ser tratada como uma ação corretiva (e depois de resolvido o problema, como uma ação preventiva para os casos futuros semelhantes).

Os procedimentos devem avaliar a necessidade de realização de ações para prevenir não-conformidades potenciais e implementar ações apropriadas para evitar a sua ocorrência. Os resultados das ações corretivas e preventivas devem ser registrados, devendo ser realizada uma análise da eficácia das ações corretivas e preventivas realizadas. A do-

cumentação do SGA deve ser atualizada em função das modificações introduzidas como resultado das ações corretivas e preventivas.

Parece-nos mais simples a identificação da necessidade de tomada de ações corretivas, pois, de alguma forma, as não-conformidades afloraram, vieram à tona, em alguma auditoria, monitoramento ou inspeções. Por sua vez, a necessidade de tomada de ações preventivas frequentemente é mais difícil de ser identificada. Isto porque a não-conformidade ainda não ocorreu, não existe, e por isso mesmo fica mais difícil visualizá-la. Mas, sabemos que é muito vantajoso para a organização se conseguirmos identificar a possibilidade dessa ocorrência, principalmente se existir uma situação de risco. Lembramos o velho ditado que diz que “é preferível prevenir do que remediar”. Remediar seria tomar uma ação corretiva. Prevenir normalmente é mais barato e mais eficaz.

Por ser mais difícil identificar as ações preventivas, sugerimos o uso de algumas planilhas preparadas quando se faz análise de risco. Essas planilhas nos ajudarão a pensarmos no problema, estudarmos com mais detalhes os processos industriais e identificarmos as possibilidades de risco e, sendo este considerado relevante, qual seria a ação para evitar aquela possível situação, que seria a ação preventiva a tomarmos.

Algumas dessas planilhas são bem simples de preparar, outras um pouco mais trabalhosas. E devemos escolher o tipo de planilha pelo tempo que tivermos disponível para o trabalho, ou pela importância e riscos daquele tipo de sistema, sendo conveniente o uso de uma planilha mais completa se o risco for elevado.

A primeira delas, e mais simples é a planilha denominada “E se?” (*What if*, em inglês). E se acontecer esta determinada ocorrência, qual a consequência?

De modo extremamente resumido, apresentaremos alguns exemplos dessas planilhas. No Quadro 4.22 a Planilha “E Se?”:

Quadro 4.22 – Planilha “E Se?”

E Se?	Consequências	Recomendação
E se a válvula 5P2 abrir intempestivamente?	Aumento da pressão na rede 22R, com risco de rompimento	Instalar uma segunda válvula de segurança, em série com a 5P2
.... continua..

Outra planilha (análise ainda qualitativa) denomina-se “Análise Preliminar de Perigos – APP”. Imaginou-se uma situação fictícia, em que temos um tanque contendo um gás de alta toxicidade, que poderia romper contaminando o meio ambiente e com riscos elevados para as pessoas em um determinado raio ao redor do tanque. Por outro lado, sabemos que se refrigerarmos esse gás, transformando-o para a fase líquida e colocarmos uma bacia de contenção, eliminaríamos esses problemas. Ao mesmo tempo, poderíamos considerar a instalação de um segundo tanque envolvendo o primeiro (duplo invólucro), criando-se um espaço vazio que conteria o vazamento impedindo-o de atingir o meio ambiente.

O Quadro 4.23 apresenta a representação da planilha com o exemplo de uso da Planilha de Análise Preliminar de Perigos.

Quadro 4.23 – Planilha de Análise Preliminar de Perigos

Perigo possível	Causa identificada	Efeito esperado	Categoria do perigo	Medidas corretivas ou preventivas
Vazamento de produto químico tóxico do Tanque nº 1 para a atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosão das paredes metálicas do tanque • Aumento súbito da pressão interna com rompimento • Perfuração do tanque por objeto perfurante 	<ul style="list-style-type: none"> • lesões • morte • contaminação severa do meio ambiente 	IV (pode causar a morte)	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar mensalmente o tanque • Inspeccionar com ultrassom a cada 6 meses • Instalar pressostato para desligamento automático da bomba em caso de sobre-pressão • Refrigerar o gás para armazená-lo sob forma líquida evitando pluma de contaminação em caso de vazamento • Instalar um tanque externo de contenção • Isolar a área para evitar que o tanque seja atingido por objetos perfurantes
... continua..	•	•		•

Outra planilha, feita para uma análise de riscos qualitativa é a HAZOP – *Hazard Operational* – Perigos de Operação.

O Quadro 4.24 apresenta um exemplo de uso dessa planilha, imaginando-se um reator químico que produz uma reação altamente exógena (liberação de calor), caso falte água de resfriamento:

Quadro 4.24 - Planilha HAZOP

Palavra guia	Parâmetro	Desvio	Causas	Conseqüências	Salvaguardas existentes	Ações sugeridas
Não	Vazão	Vazão nula	<ul style="list-style-type: none"> - falta de água no tanque - parada da bomba - vazamento na linha - obstrução na linha - fechamento espúrio da válvula de controle - válvula de controle falha fechada - vazamento na válvula 	Perda de resfriamento do reator	Atuação automática da linha de sufocamento da reação	Monitoração (com informação e alarme) da vazão na linha de água de resfriamento
Menos	Vazão	Vazão insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> - operação degradada da bomba (vazão reduzida) - pequeno vazamento na linha a jusante da bomba - válvula de controle parcialmente fechada - obstrução parcial da linha 	Diminuição da capacidade de resfriamento do reator	Atuação automática da linha de sufocamento da reação	Monitoração (com informação e alarme) da vazão na linha de água de resfriamento
.. continua						

I Imo 6

Quadro 4.24 - Planilha HAZOP

Palavra guia	Parâmetro	Desvio	Causas	Consequências	Salvaguardas existentes	Ações sugeridas
Não	Vazão	Vazão nula	- falta de água no tanque - parada da bomba - vazamento na linha - obstrução na linha - fechamento espúrio da válvula de controle - válvula de controle falha fechada - vazamento na válvula	Perda de resfriamento do reator	Atuação automática da linha de sufocamento da reação	Monitoração (com informação e alarme) da vazão na linha de água de resfriamento
Menos	Vazão	Vazão insuficiente	- operação degradada da bomba (vazão reduzida) - pequeno vazamento na linha a jusante da bomba - válvula de controle parcialmente fechada - obstrução parcial da linha	Diminuição da capacidade de resfriamento do reator	Atuação automática da linha de sufocamento da reação	Monitoração (com informação e alarme) da vazão na linha de água de resfriamento
.. continua						

Uma forma interessante de estudar e implementar as ações preventivas consiste em se aplicar uma análise qualitativa de riscos denominada Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE ou FMEA, sigla de *Failure Mode and Effect Analysis*). No desenvolvimento de uma AMFE de um determinado sistema, as seguintes etapas principais podem ser estabelecidas:

(1) Identificação e descrição sucinta da(s) função(ões) de cada item do sistema: essa descrição é importante, pois é sobre a função (finalidade) do item, que irá se supor a ocorrência de falhas, avaliando-se, posteriormente, as consequências (efeitos) dessas falhas.

(2) Identificação dos possíveis modos de falha que cada item pode apresentar: um modo de falha é a descrição da forma com que o item

pode potencialmente falhar, ao desempenhar sua(s) função(ões); A pergunta básica seria: como cada parte pode falhar?

(3) Identificação das causas da falha, ou seja, quais são os mecanismos de falha que podem resultar no modo de falha correspondente; Responder à questão “Que mecanismos podem produzir estes modos de falha?”.

(4) Determinação dos efeitos e consequências da falha estipulada. A falha está a favor ou contra a segurança?

(5) Indicação dos métodos existentes para detecção ou controle da falha: nesta etapa podem ser indicados possíveis métodos de prevenção e/ou métodos de detecção do modo de falha do item. Um método de prevenção atua sobre as causas de um modo de falha e pode evitar a ocorrência do modo de falha; Pergunta: “Como a falha é detectada?”.

(6) Proposição de ações corretivas para eliminar as causas da falhas ou dos recursos para evitar que a falha se propague; quais as medidas e recursos de projeto estão previstos para compensar a ocorrência da falha?

Estes resultados devem ser registrados em forma de tabela. Existem vários formatos sendo utilizados atualmente. Como exemplo, para se organizar uma AMFE, pode ser adotado o formato apresentado na Planilha apresentada a seguir.

A AMFE deve ser encarada como uma parte importante do projeto básico, acompanhando a vida daquele projeto, ou seja, incorporando as modificações que normalmente são introduzidas ao longo de sua execução. Ela pode ser realizada mesmo que as informações não estejam completas e detalhadas no nível requerido, realizando-se atualizações.

O Quadro 4.25 mostra um exemplo bem simples. Imagina-se, nesse caso, a análise de uma situação fictícia em que teríamos uma empresa que possui uma lagoa de contenção onde, no passado, foram depositados efluentes líquidos contendo material com alguma toxicidade (atualmente, isso não é mais permitido pela legislação ambiental). Mas, imaginemos que a empresa quer avaliar os perigos relacionados ao rompimento da barragem (de terra) que retém esse material, impedindo que ele vaze para um rio que corre nas proximidades, sendo sua água usada em irrigação e abastecimento de cidades.

Item		Modo de falha	Causas da falha	Sintomas e efeitos	Método de detecção	Medidas preventivas	Recursos para compensação da falha / Ações corretivas	Comentários
Identificação / descrição	Função							
Lagoa de contenção de rejeitos gerados no passado	Armazenagem provisória dos rejeitos (passivo ambiental)	Rompimento da barragem	- Chuva excessiva - Falta de manutenção da barragem	Contaminação severa do rio, com efeitos sobre a fauna, flora e populações	-Inspeção visual -Testes geológicos	Realizar inspeções semanais da barragem	Construir uma segunda barragem em série com a primeira	Necessário construir uma estação de tratamento para reduzir este passivo ambiental
.. continua								

Quadro 4.25 – Exemplo de planilha de Análise de Modos de Falha e de seus Efeitos

LUIZ ANTÔNIO ANDALVA DE MOURA

Existe uma tendência atual muito forte para que as análises de risco quantitativas, consideradas como uma ferramenta útil na identificação de ações preventivas, passem a ser realizadas com uma maior frequência para as partes consideradas mais críticas dos sistemas industriais, com riscos de acidentes com consequências ambientais. Os órgãos ambientais têm estimulado esse tipo de análise, por meio das quais, através de cálculos, chega-se a uma determinada "probabilidade" de ocorrência daquele acidente ou daquela determinada falha, diminuindo um pouco a subjetividade que existe na análise apenas qualitativa. A partir daí, o processo se limita a identificar se essa probabilidade é aceitável e, não o sendo, realizar modificações no projeto que levem a uma redução da probabilidade até um nível aceitável.

Resumidamente, tem-se de forma esquemática, na Figura 4.17:

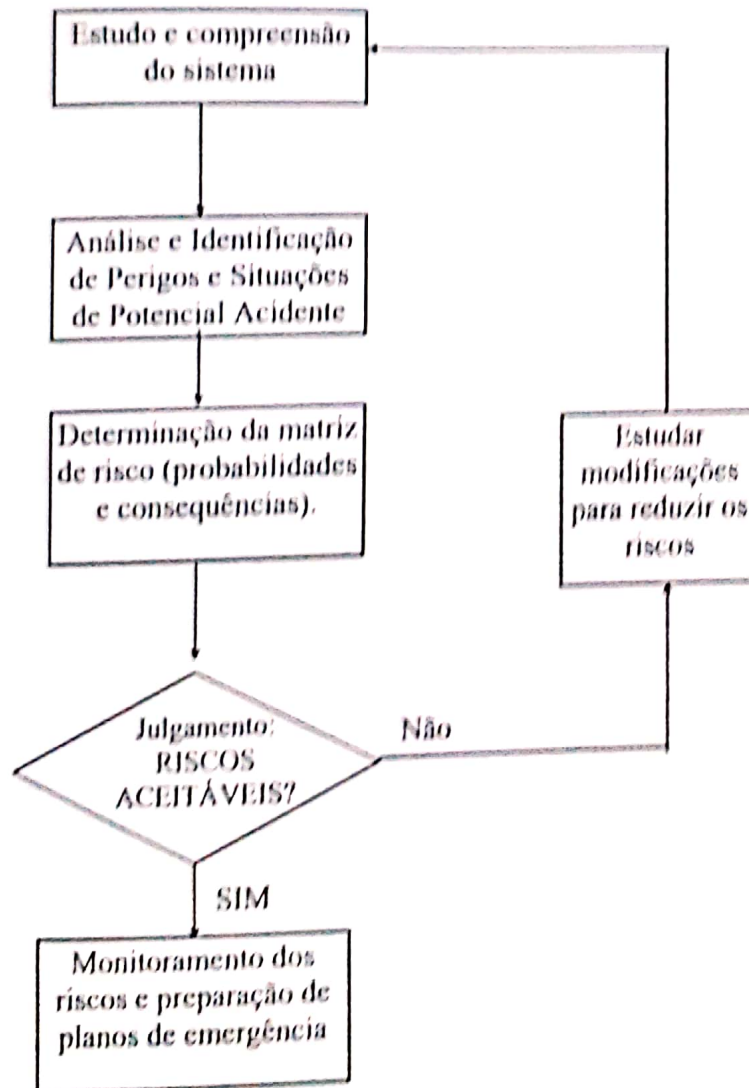


Figura 4.17 – Sequência da análise de riscos quantitativa

Ou, de uma forma mais completa, poderíamos analisar segundo o fluxograma da Figura 4.18:

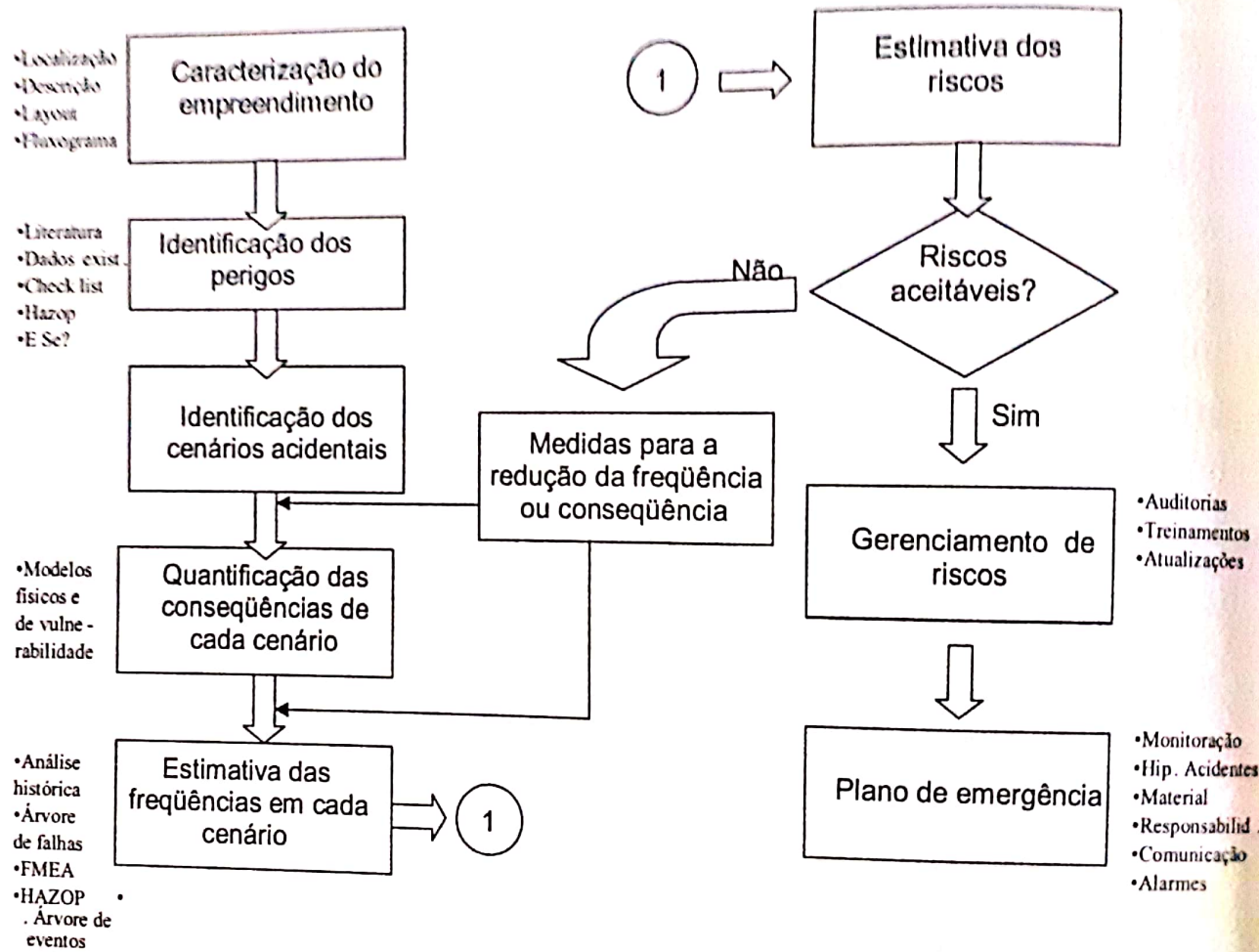


Figura 4.18 – Etapas de uma análise de riscos quantitativa

Ou, de uma forma mais completa, poderíamos analisar segundo o fluxograma da Figura 4.18:

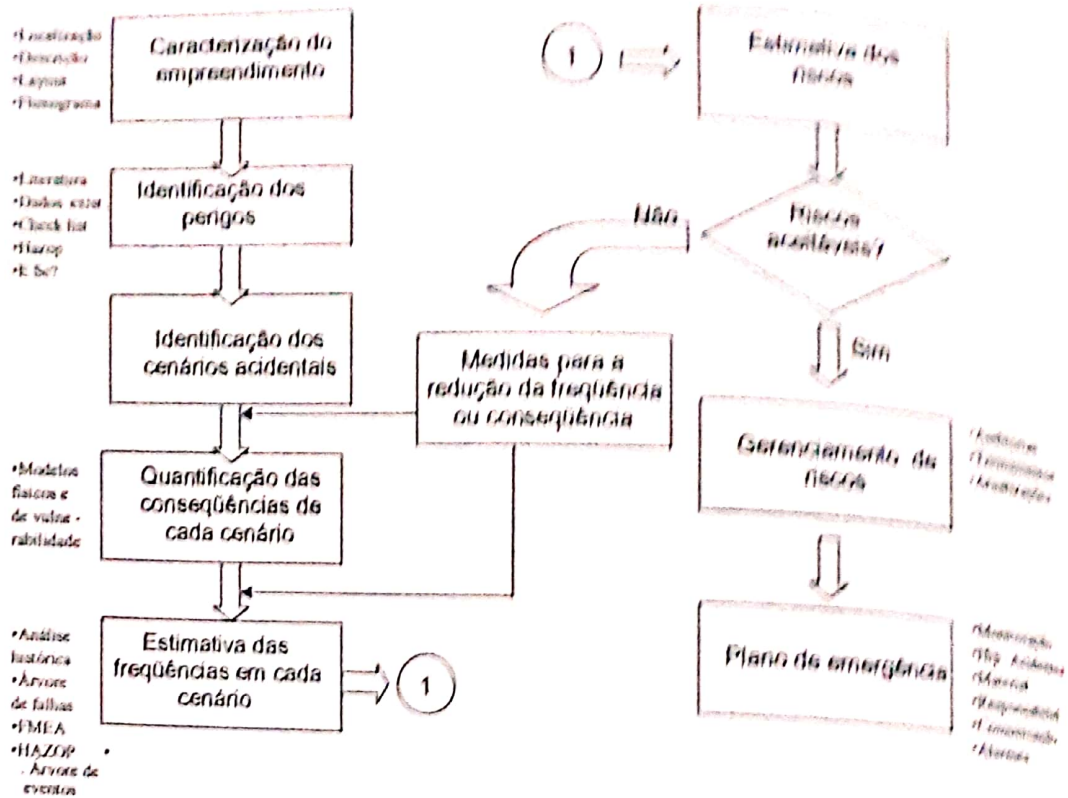


Figura 4.18 – Etapas de uma análise de riscos quantitativa

Uma das formas possíveis de realização da análise de risco quantitativa consiste em utilizar uma técnica denominada “árvore de falhas”. Acreditamos que, mesmo considerando que as informações aqui apresentadas sejam insuficientes para qualificar um profissional para a execução desse trabalho, é interessante que o Gerente Ambiental ou membros da equipe encarregada de implantar um SGA tenham conhecimento da técnica para encomendar o trabalho, acompanhar a sua realização e realizar a análise e aprovação final, razão pela qual incluímos uma breve descrição e um exemplo muito simples.

Na construção da árvore de falhas, parte-se de um evento indesejável que se queira analisar e procura-se identificar as combinações de eventos que levam a esse evento indesejável. Esses eventos podem ser devidos a falhas de itens de material, erros humanos ou quaisquer outros acontecimentos cuja ocorrência conduza ao evento indesejável, chamado de “evento topo”. A representação típica de uma árvore de

falhas é feita utilizando-se símbolos especiais, associados, quase sempre, a portas lógicas "E" ou "OU". A árvore deve ser desenvolvida até chegarmos a um evento que não possa mais ser desdobrado ou causado por outros (chamado de "evento básico"), ou quando se deseja interromper a análise naquele ramo em um "evento não desenvolvido", a ser posteriormente estudado. O triângulo indica uma continuação em outra página. Vejamos na Figura 4.19:

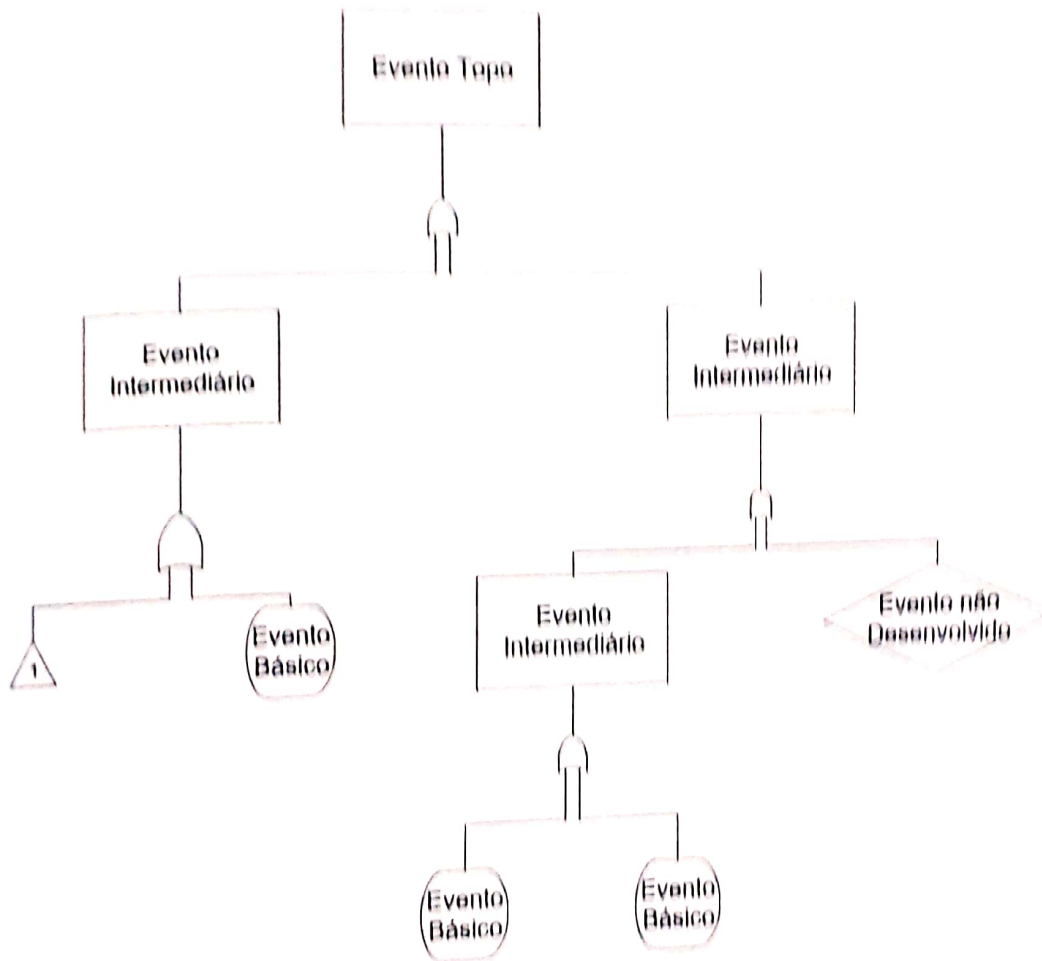


Figura 4.19 – Árvore de falhas

A cada um desses eventos, relacionados aos eventos básicos, pode ser associada uma determinada probabilidade de ocorrência que, composta com as probabilidades dos outros eventos (considerando as portas lógicas) irá definir a probabilidade global de ocorrência do evento topo.

Lembramos que, na composição das probabilidades:

Porta "E": interseção de eventos, os dois eventos precisam ocorrer para que ocorra o evento final – existe uma multiplicação das probabilidades.

... O triângulo indica uma continuação em outra página. Vejamos na Figura 4.19:

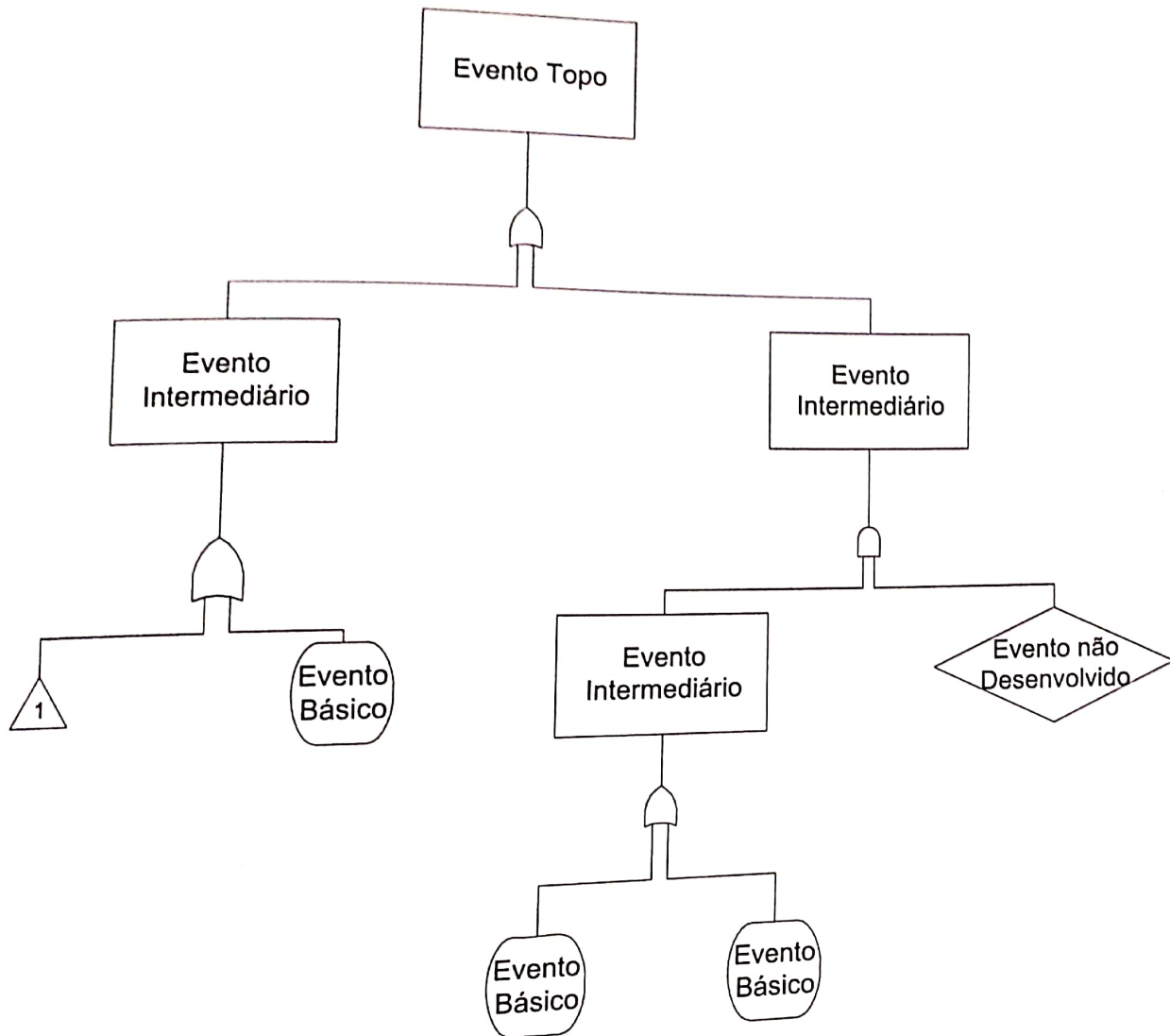


Figura 4.19 – Árvore de falhas

A cada um desses eventos, relacionados aos eventos básicos, pode ser atribuída uma frequência de ocorrência que, composta...



$$P(E) = P(A) \times P(B)$$

Porta "OU": união de eventos, basta ocorrer um dos eventos para que a porta dê passagem e ocorra o evento final – soma das probabilidades individuais.



$$P(E) \approx P(A) + P(B)$$

Os valores das probabilidades de ocorrência de cada evento básico identificado são obtidos da experiência anterior da própria empresa (se houver) ou, mais comumente, das denominadas "Bases de Dados", que são valores registrados a partir de centenas ou milhares de ocorrências por alguns organismos, e que podem ser utilizados com razoável confiança, como, por exemplo a base de dados do "American Institute of Chemical Engineers", denominada "Guidelines for Process Equipment Reliability Data", ou a do "The Institute of Electrical and Electronics Engineers", IEEE Std 500-1984 "Guide to the Collection and Presentation of Electric, Sensing Component and Mechanical Equipment Reliability Data for Nuclear-Power Generating Stations".

Como um exemplo muito simples, apresentaremos um exemplo de uma árvore de falhas onde seria analisada a explosão de uma panela de pressão. Imaginamos que uma panela de pressão consegue cozinhar o alimento a cerca de 120°C e pressão de 1,5 bar, ou chegar até a 2 bar. Mas, em condições anormais essa pressão poderia subir e levar à explosão. Imaginaríamos que as causas para esse acidente seriam ou a existência de uma estrutura metálica muito fraca do ponto de vista mecânico (que levaria a panela e explodir mesmo que a pressão interna não atingisse os valores imaginados no projeto, que adotamos como sendo da ordem de 4 bar), ou na ocorrência de uma sobre-pressão na câmara. No primeiro caso, poderíamos imaginar que essa estrutura estaria fraca ou por um erro de projeto (o projetista errou no cálculo e colocou uma espessura de

parede da câmara insuficiente), ou por uma falha metalúrgica (problemas na composição do aço, etc) ou por efeito de corrosão (panela muito velha, mal cuidada, etc., gerando pontos fracos, por exemplo). No segundo caso (sobre-pressão), esse fato somente poderia ocorrer se a pressão interna ultrapassasse um certo valor g , ao mesmo tempo, a válvula de segurança não funcionasse. Essa pressão interna poderia subir muito se houvesse um entupimento do tubo de saída por pedaços de feijão ou, por exemplo, se fosse fornecida uma quantidade de calor muito rapidamente à panela, gerando vapor em uma vazão muito superior àquela que o tubo de saída poderia suportar (neste exemplo fictício). A árvore de falhas correspondente é apresentada na Figura 4.20:

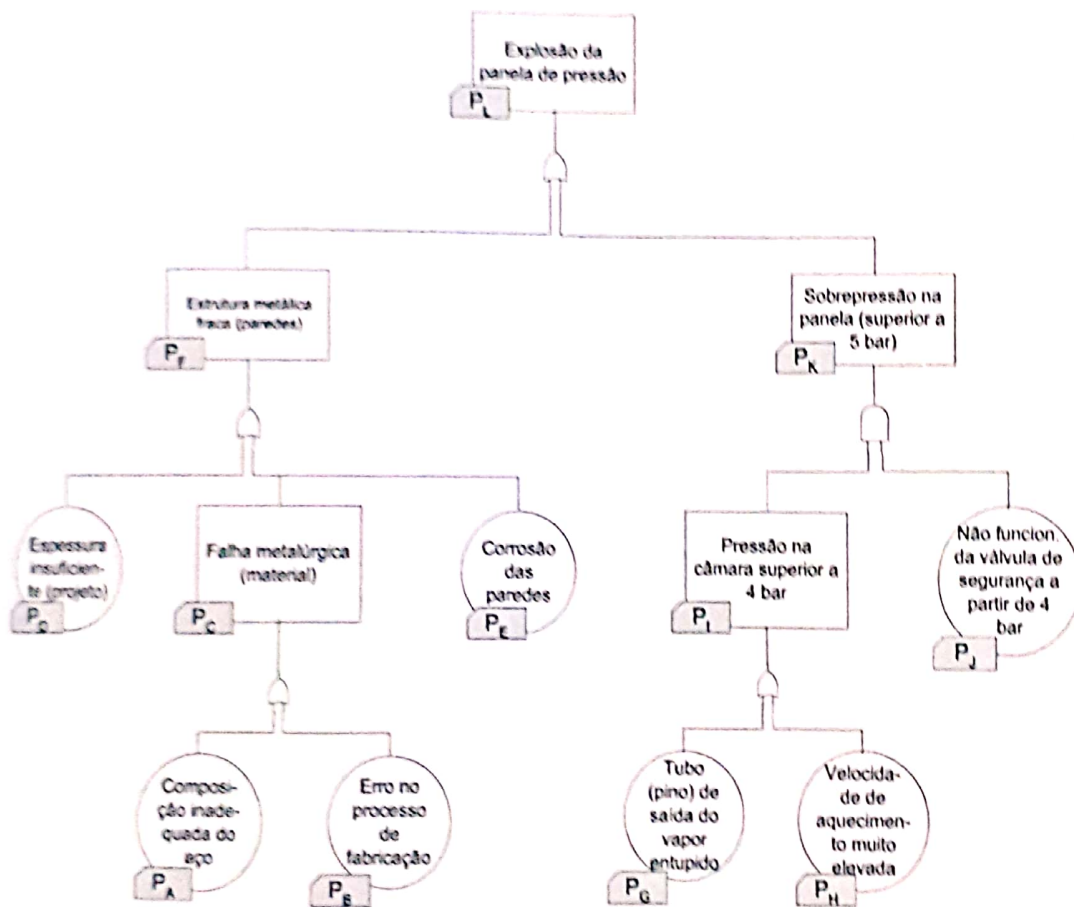


Figura 4.20 – Exemplo de árvore de falhas

Para prosseguirmos a análise, seria necessário estabelecer as probabilidades de ocorrência de cada evento básico (ou pelos Bancos de Dados, que fornecem dados para componentes e equipamentos, adiante citados ou pelo histórico de acidentes, calculando as probabilidades de cada falha). Aqui neste exemplo,

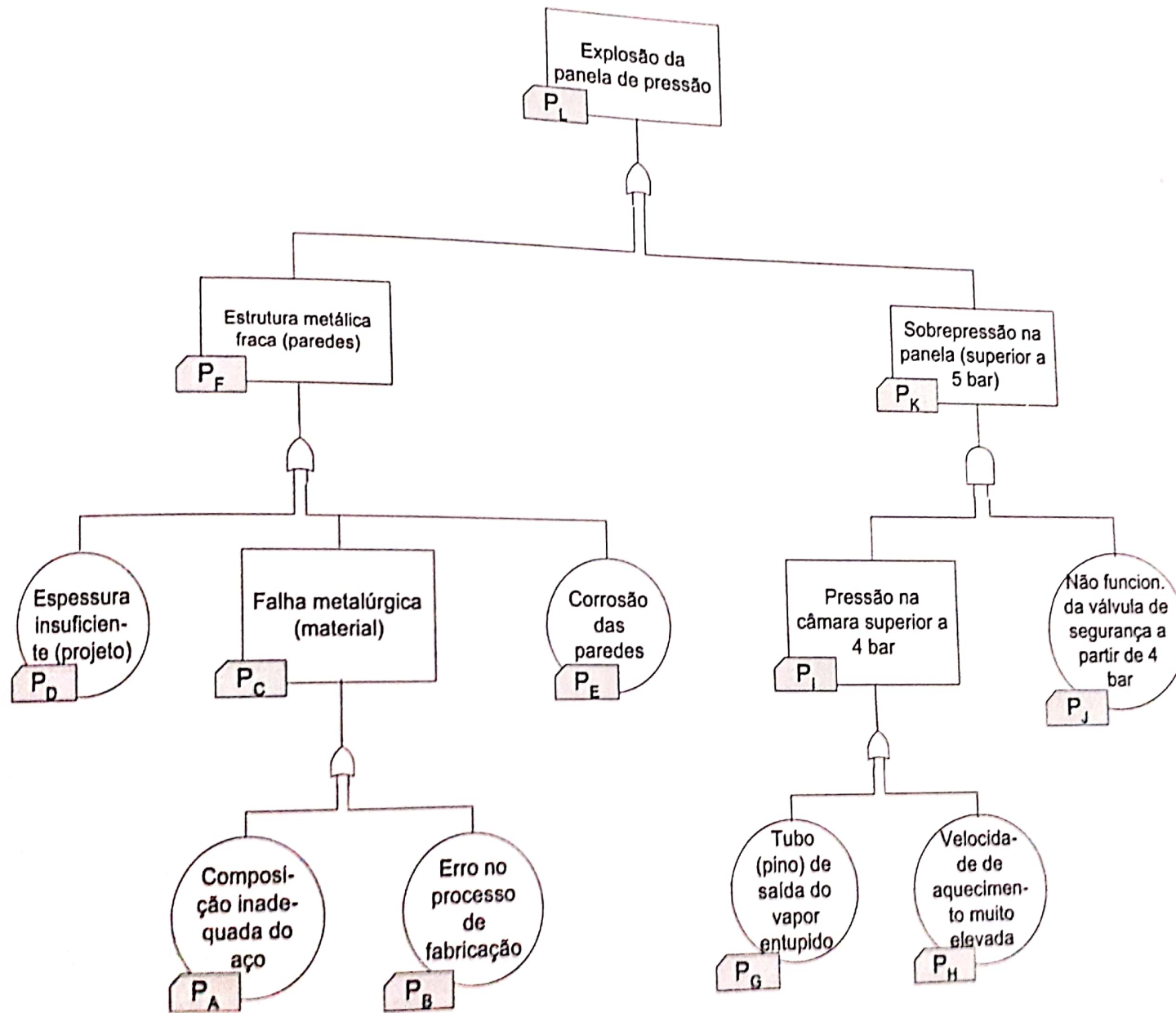


Figura 4.20 – Exemplo de árvore de falhas

P_A = Probabilidade de que tenha ocorrido problemas com a composição do aço: 10^{-4}

P_B = Probabilidade de que tenha ocorrido erro no processo de fabricação: 2×10^{-5} (por exemplo, no tratamento térmico do aço, havendo um resfriamento inadequado);

Portanto, por cálculo:

P_C = Probabilidade de que haja falha metalúrgica:

$$P_C = P_A + P_B = 10^{-4} + 2 \times 10^{-5} = 1,2 \times 10^{-4}$$

P_D = Probabilidade de que tenha havido espessura insuficiente = $2,5 \times 10^{-3}$ (por exemplo, por erro do projetista que calculou qual teria que ser a espessura da parede da panela, capaz de resistir às pressões normais que ocorrem no seu interior quando a água se vaporiza);

P_E = Probabilidade de que haja corrosão nas paredes = 5×10^{-4} (por exemplo, por deficiência de manutenção, gerando-se pontos fracos);

Assim, por cálculo:

P_F = Probabilidade calculada de que a estrutura da panela esteja muito fraca

$$P_F = P_C + P_D + P_E = 1,2 \times 10^{-4} + 2,5 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-4} = 3,12 \times 10^{-3}$$

P_G = Probabilidade de que haja um entupimento no tubo de saída, impedindo o pino de girar e permitir a saída do vapor para que a pressão não aumente = 3×10^{-2}

P_H = Probabilidade de que haja uma velocidade de aquecimento muito elevada = 10^{-6} (situação, por exemplo, em que se coloca muito calor, na base da panela, em velocidade tal que forme vapor no interior em quantidade elevada e com vazão tal que não consiga escoar pelo tubo de alívio);

Por cálculo:

P_I = Probabilidade de que a pressão na câmara esteja superior a 4 bar (assumida que esta pressão é um pouco superior à de trabalho, e que se não houvesse problemas já estaria ocorrendo um alívio pelo pino):

$$P_I = P_G + P_H = 3 \times 10^{-2} + 10^{-6} = 3 \times 10^{-2}$$

P_J = Probabilidade de que a válvula de segurança (aquela de borraça, usualmente sob o cabo) não funcione quando a pressão atingir 5 bar = 10^{-3}

$P_K = P_I \times P_J = 3 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-5}$ (Nota: aqui a porta lógica era "e", portanto multiplicação das probabilidades, observe que a probabilidade final fica sendo muito menor que as outras duas que a geraram);

Por cálculo:

P_1 = Probabilidade de que ocorra explosão da panela de pressão:

$$P_1 = P_1 + P_2 = 3,12 \times 10^{-3} + 3 \times 10^{-5} = 3,15 \times 10^{-3}$$

Visto esse exemplo fictício de árvore de falhas e o cálculo de probabilidades, vejamos como poderemos utilizar os resultados.

Ha muitas situações em que existe uma ordem de grandeza esperada para a probabilidade final, onde os riscos são considerados aceitáveis. Então, se o risco que tivermos calculado for superior a esse risco aceitável, teremos a necessidade de rever o nosso projeto e procurar possibilidades de reduzir esse risco, normalmente transformando portas lógicas "ou" em portas "e", por meio de colocação de redundâncias, barreiras, entre outras medidas. Com isso estaremos, naquele local (trecho da árvore), reduzindo as probabilidades e, eventualmente, diminuindo a probabilidade global do evento.

O mesmo tipo de raciocínio vale quanto à decisão de implantar um determinado empreendimento, por exemplo, uma indústria química que realize o processamento de produtos perigosos. Imagine que você trabalha em um órgão ambiental que está estudando a possibilidade de licenciar aquela indústria (veja o capítulo 6). Se você recebe a análise de risco e verifica que ela está com probabilidades da ordem de 10^{-4} (exemplo fictício) e outras indústrias semelhantes do pólo industrial estão da ordem de 10^{-6} (cem vezes menores), é pouco provável que você se sinta confortável em aprovar aquela indústria, concorda? Se as outras são bem mais seguras, é sinal que existe tecnologia disponível para realizar aquele empreendimento de modo adequado, que eventualmente não estaria sendo empregada. Mas se a empresa demonstra, com resultados, probabilidades da ordem de 10^{-7} , com certeza você se sentirá seguro para aprová-la.

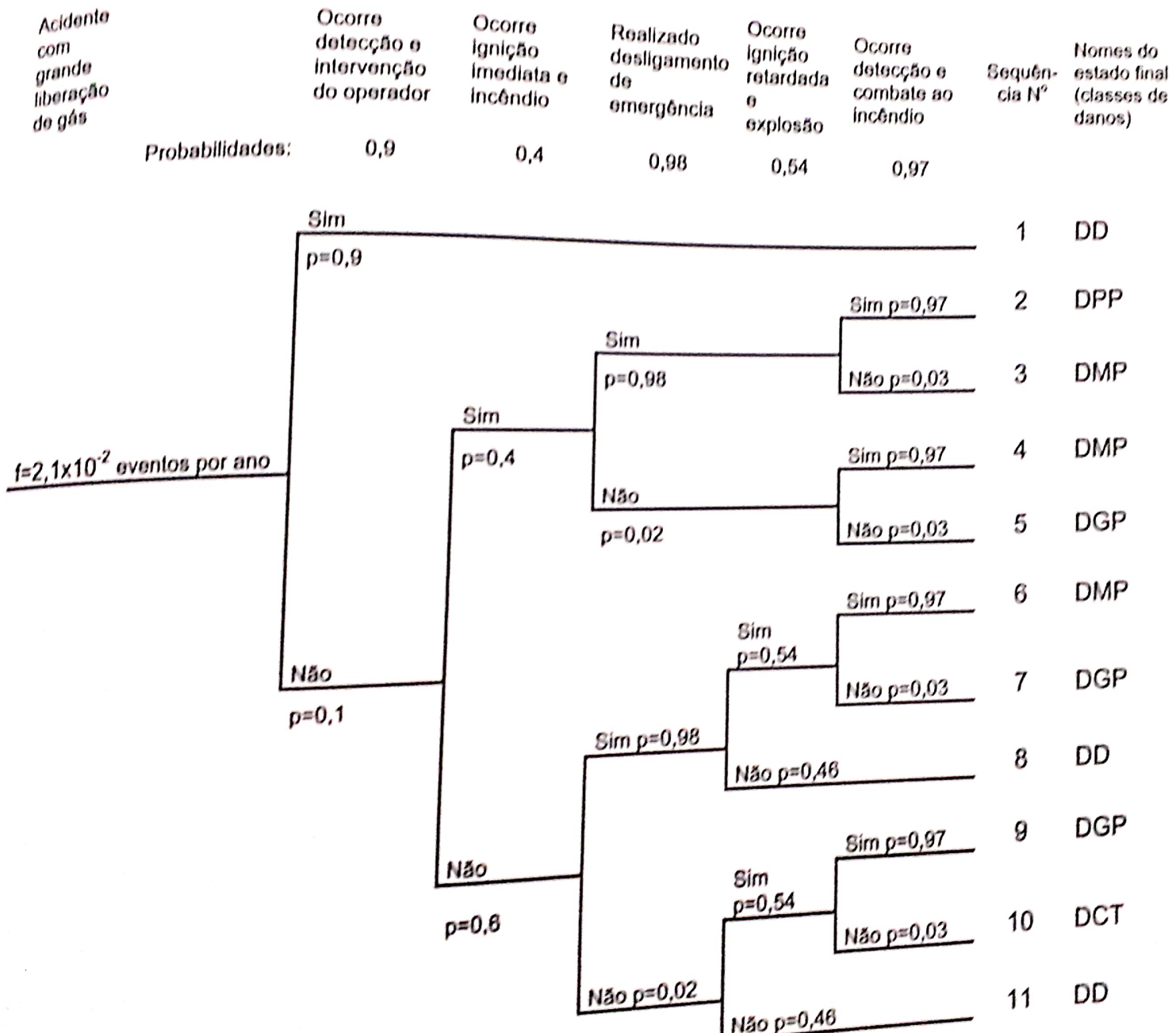
Uma outra forma possível de realização de análises de risco quantitativas consiste na preparação da chamada "árvore de eventos", onde se define um evento iniciador de acidente (ou evento indesejável na questão ambiental) e, em seguida, registram-se outros eventos subsequentes que podem ser, inclusive, medidas possíveis de controle. Avalia-se uma frequência de ocorrência do evento iniciador e para cada um dos eventos subsequentes avalia-se a sua probabilidade de ocorrência.

112 ANEXO

A "árvore de eventos" é, então, um diagrama lógico que apresenta a propagação do evento iniciador de acidente em termos de falha e de sucessos de funções ou sistemas, segundo uma determinada ordem lógica de prioridade (cronológica ou funcional), definindo as sequências ou cenários de acidentes. Ela fornece os possíveis caminhos completos, desde a ocorrência do evento iniciador de acidente até os correspondentes estados finais de danos na instalação, com os danos que podem ser agrupados em classes, dependendo da magnitude dos danos à instalação, às pessoas e ao meio ambiente. Realizando-se os cálculos, é possível avaliar se os riscos são baixos ou elevados, neste caso requerendo-se uma reavaliação do projeto ou da instalação, quando deverão ser introduzidos mecanismos que aumentem a segurança.

Como exemplo, foi construída a árvore de eventos da Figura 4.21, que avalia uma instalação que possui armazenado em tanques um gás inflamável e explosivo, onde supõe-se que ocorreria um acidente com liberação de um grande volume desse gás. Avaliou-se uma frequência de $2,1 \times 10^{-2}$ eventos desse tipo ocorrendo por ano (0,021, ou seja, um evento a cada 47,6 anos, em termos probabilísticos). O evento subsequente a considerar é a possibilidade de que ocorra detecção do vazamento com intervenção do operador (assume-se, a partir de bases de dados, ou árvores de falhas, que essa probabilidade é de 0,9). Ou seja, se a resposta à pergunta "Ocorreu a detecção e intervenção do operador?" for SIM (sucesso), a frequência inicial é multiplicada por 0,9. Se for NÃO (insucesso), a frequência é multiplicada por 0,1 (ou seja, $1 - 0,9$). O restante da árvore é construído com a mesma lógica, verificando-se as possíveis sequências de eventos e suas probabilidades de sucesso ou insucesso (Sim ou Não). Deve-se colocar sempre o SIM no ramo superior. Chegaremos, dessa forma, a uma série de possibilidades (sequências) e suas consequentes classes de danos possíveis (estados finais da instalação). A frequência final esperada para cada classe de danos é dada por meio da somatória das frequências obtidas em todas as sequências que levam à mesma classe. Vejamos o exemplo:

QUALIDADE E GESTÃO AMBIENTAL



Não p=0,02	Não p=0,03	10	DCT
	Não p=0,46	11	DD

Figura 4.21 – Árvore de Eventos de Grande Liberação de Gás

Classes de danos:

- DD – Danos Desprezíveis
- DPP – Danos de Pequenas Proporções
- DMP – Danos de Médias Proporções
- DGP – Danos de Grandes Proporções
- DCT – Danos Catastróficos

Realizando-se os cálculos:

Sequência N^o 1: DD

$$\#1 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,9 = 0,0189$$

Sequência N^o 2: DPP

$$\#2 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,4 \times 0,98 \times 0,97 = 0,0007985$$

Sequência N^o 3: DMP

$$\#3 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,4 \times 0,98 \times 0,03 = 0,00002469$$

Sequência N^o 4: DMP

$$\#4 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,4 \times 0,02 \times 0,97 = 0,000016296$$

Sequência N^o 5: DGP

$$\#5 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,4 \times 0,02 \times 0,03 = 0,000000504$$

Sequência N^o 6: DMP

$$\#6 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,98 \times 0,54 \times 0,97 = 0,000646788$$

Sequência N^o 7: DGP

$$\#7 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,98 \times 0,54 \times 0,03 = 0,000020003$$

Sequência N^o 8: DD

$$\#8 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,98 \times 0,46 = 0,000568008$$

Sequência N^o 9: DGP

$$\#9 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,02 \times 0,54 \times 0,97 = 0,000013199$$

Sequência N^o 10: DCT

$$\#10 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,02 \times 0,54 \times 0,03 = 0,000000408$$

Sequência N^o 11: DD

$$\#11 = 2,1 \times 10^{-2} \times 0,1 \times 0,6 \times 0,02 \times 0,46 = 0,000011592$$

Feitos os cálculos de cada uma das possíveis sequências de eventos, calcularemos as frequências esperadas das possíveis classes de danos:

Danos Desprezíveis: DD

$$f_{DD} = 0,0189 + 0,000568008 + 0,000011592 = 0,0194796 = 1,94 \times 10^{-2} \text{ por ano}$$

Danos de Pequenas Proporções (DPP):

$$f_{DPP} = 0,0007985 = 8,00 \times 10^{-4} \text{ por ano}$$

Danos de Médias Proporções (DMP):

$$f_{DMP} = 0,00002469 + 0,000016296 + 0,000646788 = 0,000687774 = 6,88 \times 10^{-4} \text{ por ano}$$

Danos de Grandes Proporções (DGP):

$$f_{DGP} = 0,000000504 + 0,000020003 + 0,000013199 = 0,000033706 = 3,37 \times 10^{-5} \text{ por ano}$$

Danos catastróficos (DCT):

$$f_{DCT} = 0,000000408 = 4,08 \times 10^{-7} \text{ por ano}$$

Esses cálculos servem, portanto, para dar uma idéia numérica dos riscos e identificar possibilidades e oportunidades de melhoria dos projetos. Nesse caso, a maior possibilidade é de que ocorram danos desprezíveis, seguida pela possibilidade de danos de pequenas proporções. Caberá ao analista julgar se as frequências obtidas para as classes de danos mais significativas são aceitáveis ou não, eventualmente implementando possíveis medidas mitigadoras, em função da relação custo/benefício dessas ações.

As análises de risco, qualitativas e quantitativas, serão de grande utilidade na identificação de ações preventivas, principalmente aquelas ligadas às possibilidades de acidentes, devendo o gerente ambiental utilizá-las visando o aprimoramento do sistema de gestão.

4.23. Registros