

Os canais de derivação são especialmente indicados quando se diagnostica uma evidente desproporção entre:

- as possibilidades de captação das bacias hidrográficas de drenagem - BHD;
- a capacidade de escoamento das calhas dos rios, a jusante do ponto considerado.

Nessas circunstâncias, a construção de canais de derivação permite otimizar as condições de escoamento e restabelecer o equilíbrio dinâmico entre captação e drenagem.

Na maioria das vezes, a desproporção entre a captação da BHD e a capacidade de escoamento da calha dos rios depende de condições relacionadas com a evolução da geomorfologia da área em estudo. No Brasil, muitas vezes esta desproporção é provocada pela "captura", em períodos geológicos anteriores, de um determinado rio ou afluente por um outro rio, durante o seu crescimento em direção a montante.

□ Exemplo da Bacia do Rio Itajaí-Açu

Um bom exemplo de captura ocorreu na bacia do rio Itajaí-Açu. Há evidências de que o rio Itajaí do Norte foi primitivamente um afluente do rio Iguaçu, o qual foi capturado pelo crescimento da bacia do atual Itajaí-Açu, em direção a montante.

Nesse caso específico, a construção de um canal de derivação, na planície litorânea, ao otimizar as condições de drenagem, pode contribuir para reduzir a magnitude das cheias que afetam as cidades ribeirinhas.

□ Exemplo do rio São Francisco

Existe também no rio São Francisco, uma evidente desproporção entre a capacidade de captação de BHD ao Alto e Médio São Francisco, quando comparada com as possibilidades de escoamento da calha do Baixo São Francisco, depois que o rio inflete para leste e sudeste.

É muito provável que o rio primitivo drenava em direção ao norte, desembocando no antigo mar Siluriano, que deu origem à bacia sedimentar do Parnaíba. É possível que, num determinado período geológico, esse rio tenha sido capturado pelo braço principal do primitivo rio do Pontal e, em consequência, tenha mudado de curso.

Caso essa teoria esteja correta, a abertura de um canal de derivação (Cabrobó-Jati) unindo a bacia do rio São Francisco com a do Jaguaribe, por intermédio do Salgado com ramais de interligação para os rios Piranhas, Apodi, Pajeú, Terra Nova e Brígida, além de restabelecer parte do sistema de drenagem primitivo, contribuiria para:

- reduzir a magnitude das cheias do Baixo São Francisco;
- perenizar rios intermitentes na área com as maiores carências hídricas de todo o semi-árido.

4 - Diques de Proteção

A construção de diques de proteção só é realmente efetiva quando as áreas das planícies subjacentes não se encontra em nível sensivelmente inferior ao das médias de cotas máximas das cheias anuais.

Necessariamente, os diques de proteção devem ser complementados com a instalação de potentes bombas de recalque e, sempre que possível, com ações de desassoreamento da calha principal.

5 - Medidas para Otimizar a Alimentação do Lençol Freático

As enxurradas ou inundações relâmpago, frequentes nos pequenos rios de planalto, que apresentam grandes variações de deflúvios, após poucas horas de chuvas concentradas, são minimizadas por minuciosos trabalhos de planejamento e gestão integrada das microbacias.

Todas as medidas que contribuem para reduzir o volume de sedimentos transportados pelos cursos de água, diminuem o processo de assoreamento dos rios e a magnitude das cheias.

Da mesma forma, a alimentação regularizada das calhas dos rios pelos lençóis freáticos marginais e de fundos de vale, ao permitir uma melhor distribuição espacial da água, contribui para **horizontalizar a curva de acumulação e de depleção hidrográfica**. Por esse motivo, as atividades de manejo integrado das microbacias contribuem para minimizar:

- as secas;
- as inundações relâmpago ou enxurradas;
- os processos erosivos.

Dentre as Técnicas de Manejo Integrado de Microbacias, destacam-se:

- *O florestamento e o reflorestamento* de áreas de preservação e de proteção ambiental, em encostas íngremes, cuneadas de riachos, matas ciliares e matas de proteção de mananciais.
- *O cultivo em harmonia com as curvas de nível* e a utilização de técnicas de terraceamento. Os sulcos, quando abertos em sentido perpendicular ao do escoamento das águas, contribuem para reter a água e para reduzir a erosão.
- *Sempre que possível, deve-se roçar* e não capinar as entrelinhas das culturas. Os restos da capina, ao permanecerem sobre o solo, contribuem para reduzir a erosão, reter a umidade e diminuir o aquecimento das camadas superficiais do solo.
- *O plantio de quebra-ventos*, em sentido perpendicular ao dos ventos dominantes, reduz a erosão eólica e a evapo-transpiração.
- *A adubação orgânica, mediante a utilização de técnicas de compostagem*, permite a utilização de esterco, lixo orgânico e palhada, devidamente curtidos, com o objetivo de aumentar a fertilidade e a saúde do solo humificado, e contribuir para otimizar a infiltração da água.
- *A incorporação ao solo dos restos de cultura*, mediante técnicas de plantio direto, e a utilização da água reduzem a erosão, diminuem a insolação direta do solo e a evaporação da água e preservam a umidade.
- *A rotação de culturas*, além de facilitar o plantio direto, contribui para evitar a especialização das pragas, ao reduzir a oferta regular de um determinado padrão de substrato alimentar.
- *O adensamento das culturas*, pela redução do espaçamento, permite uma maior concentração das plantas por unidade de área, diminui a exposição do solo à insolação direta e reduz os processos erosivos.
- *A utilização de culturas intercalares*, plantando leguminosas como feijão, soja ou ervilha entre as fileiras de cereais, como milho, sorgo ou cana, ou de tubérculos, como batata-doce, diminui os fenômenos erosivos e a evapo-transpiração e aumenta a fixação de nitrogênio no solo, por intermédio dos rizóbios que se desenvolvem em regime simbiótico nas raízes das leguminosas.

■ Bacias de Captação de Água

Bacias de captação de água, construídas nas laterais das estradas vicinais, de acordo com técnica desenvolvida pelo engenheiro agrônomo Aloysio Miguel Agra, em Batatais-SP, são muito úteis porque, além de evitarem que o leito das estradas vicinais seja danificado pelas enxurradas, permitem o aproveitamento das águas pluviais, como bebida para o gado e para alimentar o lençol freático.

O Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido - CEPATSA, órgão da EMBRAPA, situado em Petrolina-PE, adaptou as bacias de captação de Miguel Agra às condições edafo-climáticas do semi-árido. As bacias foram alongadas e estreitadas, sob a forma de canais, cobertos com troncos de palmeira, palhada e terra, com o objetivo de reduzir as perdas hídricas por evaporação.

4 - Medidas Preventivas Relacionadas com Escorregamentos de Solos

■ Caracterização e Causas Primárias

Escorregamento de solo é um fenômeno provocado pelo deslizamento de materiais sólidos, como rochas, solos, vegetação e material de construção, ao longo de terrenos fortemente inclinados, encostas ou pendentes.

Caracterizam-se por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida e, cuja superfície de ruptura é bem definida por limites laterais e profundos bem caracterizados.

No Brasil, esses movimentos gravitacionais de massa relacionam-se com precipitações pluviais intensas e concentradas. Em outros países, os escorregamentos de solos podem, também, ser provocados por abalos sísmicos ou pelo aquecimento de nevados causados por erupções vulcânicas. O deslizamento do Nevado del Ruiz, na Colômbia, causou 22.000 mortes.

Para que ocorram deslizamentos ou escorregamentos de solos, no Brasil, são importantes três fatores:

- o tipo de solo, sua constituição, granulometria e nível de coesão;
- a declividade das encostas, cujo grau define o ângulo de repouso, em função do peso das camadas, da granulometria e do padrão de coesão;

- a água em embebição, que contribui para aumentar o peso das camadas, reduzir o nível de coesão e o atrito, responsáveis pela coexistência do solo e, ainda, para lubrificar as superfícies de deslizamento.

Fatores Antrópicos

Os principais fatores antrópicos relacionados com o agravamento dos riscos de escorregamentos do solo são:

- cortes realizados com declividades e/ou alturas excessivas;
- aterros inadequados e mal consolidados;
- remoção descontrolada da cobertura vegetal;
- despejo inadequado de águas servidas no solo;
- lançamento inadequado e concentrado de águas pluviais.
- infiltrações de fossas sanitárias;
- vazamento de redes de abastecimento de água;
- deposição inadequada do lixo.

■ Atividades Preventivas de Caráter Permanente - Classificação

As atividades preventivas de caráter permanente, relacionadas com o gerenciamento de encostas, são classificadas como:

- medidas não-estruturais;
- obras de infra-estrutura;
- medidas estruturais de contenção de encostas.

1 - Medidas Não-Estruturais

- mapeamento das áreas de risco, microzoneamento e definição de áreas de proteção, não *aedificandi*, *aedificandi* com restrições e *aedificandi* de acordo com normas estabelecidas.
- formulação de diretrizes, objetivando a gradual reordenação urbanística de encostas ocupadas de forma caótica.
- formulação de critérios objetivando a gradual reordenação do loteamento da fase caótica, de forma que, na medida do possível, os lotes se desenvolvam com sua maior dimensão em sentido paralelo ao das curvas de nível.
- formulação de critérios para a definição de projetos habitacionais seguros, de baixo custo e adequados às condições pedológicas e topográficas das encostas.

É evidente que as atividades relacionadas com o gerenciamento de encostas só serão realmente efetivas, quando as comunidades locais participarem ativamente do estudo e da definição das soluções mais adequadas.

2 - Obras de Infra-Estrutura

- rede de esgoto de águas servidas.
- rede de drenagem de águas pluviais
- rede de abastecimento de água potável.
- rede de esgotos sanitários
- sistema de limpeza pública e de recolhimento de lixo.

3 - Medidas Estruturais de Estabilização de Encostas

As medidas estruturais de estabilização de encostas são classificadas como:

- obras sem estrutura de contenção;
- obras com estrutura de contenção;
- obras de proteção contra massas escorregadas.

No prosseguimento, será apresentado um sumário das principais medidas estruturais de estabilização de encostas.

Para um conhecimento mais detalhado do assunto, recomenda-se a leitura do **Manual de Ocupação de Encostas**, obra editada, em 1991, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT.

O IPT, mediante solicitação da autoridade interessada, tem condições para deslocar equipes técnicas de muito alto nível, em condições de participarem de trabalhos de gerenciamento de encostas instáveis e para transferirem tecnologia para as equipes locais.

■ Apresentação das Principais Medidas Estruturais de Estabilização de Encostas

1 - Obras sem Estruturas de Contenção

Dentre estas obras, destacam-se as de:

- retadulamento;
- drenagem superficial;
- drenagem profunda;
- drenagem das estruturas de contenção;
- proteção superficial com materiais naturais;
- proteção superficial com materiais artificiais.

□ Retaludamento

São obras de estabilização caracterizadas pela alteração da geometria dos taludes, por intermédio de:

- cortes nas porções superiores das encostas, com o objetivo de melhorar o ângulo de repouso e aliviar a carga atuante;
- aterros compactados nas bases dos taludes, com o objetivo de atuar como carga estabilizadora do trecho inferior da encosta.

Os projetos dessas obras devem ser desenvolvidos por profissionais devidamente capacitados.

Cortes correspondem a escavações, com equipamento mecânico apropriado, dos materiais que constituem o terreno natural, de acordo com especificações do projeto. Os projetos prevêem plataformas (ou bermas) intermediárias, obras de drenagem e cobertura superficial.

Aterros compactados são desenvolvidos pelo espalhamento de solo, com características adequadas, em local previamente preparado, de acordo com as especificações do projeto, seguido de umedecimento e compactação mecânica das camadas. Os projetos de aterros compactados também prevêem obras de drenagem e cobertura superficial.

□ Obras de Drenagem Superficial

Essas obras são desenvolvidas com a finalidade de conduzir adequadamente as águas superficiais, evitar os fenômenos erosivos e os escorregamentos e reduzir os esforços a serem suportados pelas estruturas, em consequência do empuxo hidrostático.

Dentre as obras de drenagem superficial, destacam-se:

- as canaletas que podem ser revestidas com material impermeabilizante, moldadas "in loco" ou pré-moldadas;
- as guias de sarjeta;
- os tubos de concreto, bocas de lobo e galerias.

Essas obras são complementadas com:

- escadas de água de concreto armado;
- caixas de dissipação, para reduzir a velocidade de escoamento da água;
- caixas de transição.

□ Obras de Drenagem Profunda

Essas obras são desenvolvidas com a finalidade de coletar e escoar a água subterrânea, com o objetivo de:

- rebaixar o nível do lençol freático;
- evitar a saturação das bases do talude pela água.

Dentre as obras de drenagem profunda, destacam-se:

- as **trincheiras drenantes**, que são valas preenchidas com material armante adequado, com um tubo dreno instalado na base, construídas com a finalidade de interceptar e escoar a água subterrânea;
- os **drenos horizontais profundos - DHP**, mediante a instalação de tubos plásticos, com a extremidade interna vedada e numerosos furos laterais (tubos-drenos), em furos de sondagem abertos próximos das bases dos aterros, com ligeira inclinação, em relação ao plano horizontal.

□ Drenagem das Estruturas de Contenção

A drenagem das estruturas de contenção é realizada mediante a instalação de **barbacãs**, tubos-drenos curtos (no máximo 1,5m), em sentido horizontal, nas estruturas de contenção.

Essa drenagem tem por finalidade captar as águas subterrâneas dos maciços de montante, rebaixar o lençol freático e diminuir o empuxo hidrostático sobre as estruturas.

□ Proteção Superficial com Materiais Naturais

A proteção superficial com materiais naturais é mais econômica e cumpre, com eficiência, sua função de reduzir os fenômenos erosivos e a infiltração da água, através da superfície exposta dos taludes.

Dentre as obras de proteção superficial com materiais naturais, destacam-se:

- os selos de material argiloso para preencher sulcos, fissuras e trincheiras abertas pela erosão;
- as coberturas vegetais, que podem ser arbóreas, arbustivas ou com gramíneas;
- os panos de pedra, quando o revestimento é feito com blocos de rocha;
- as coberturas com gabião-manta, mediante a fixação no talude de uma armação de tela metálica, a qual é, a seguir, preenchida com pedras, em arranjo denso.

□ Proteção Superficial com Materiais Artificiais

Nesses casos, costuma-se utilizar para a impermeabilização:

- aplicação de camada delgada de asfalto diluído, com a desvantagem de necessitar de manutenção constante e de contribuir para a degradação ambiental;
- aplicação de camada de solo-cal-cimento, pouco utilizada no Brasil, mas amplamente difundida em outros países;
- cobertura de argamassa de cimento e areia, a qual exige pouca manutenção, mas de custo relativamente elevado;
- fixação de tela metálica;
- fixação de tela e gunita, ou seja, aplicação de uma camada de argamassa de cimento e areia, após a fixação da tela metálica.

2 - Obras com Estruturas de Contenção

Dentre essas obras, destacam-se:

- muros de gravidade convencionais;
- obras de estabilização de blocos de rocha e de matacões;
- outras obras de contenção.

□ Muros de Gravidade Convencionais

O princípio de funcionamento dessas obras relaciona-se com a utilização do próprio peso do muro para suportar os esforços ou empuxos dos maciços. O deslizamento é evitado pelo atrito entre o solo e a base do muro, o qual deve ter uma geometria que evite o tombamento e o esforço tensional transmitido à fundação não deve ser superior ao admissível pelo solo.

Esses muros só devem ser cogitados quando as tensões de montante são reduzidas.

É de boa norma que entre o maciço e o muro seja desenvolvida uma camada penetrante de areia e que este dreno possa eliminar a água, escoando-a por intermédio de barbacãs.

As fundações dos muros devem ser apoiadas em horizontes resistentes, com alicerces suficientemente desenvolvidos. Especial atenção deve ser dada à superfície de contato do muro com as fundações, para evitar rupturas.

Dentre os muros de gravidade, destacam-se:

Muros de Pedra Seca: as pedras são ajustadas manualmente, de forma que a resistência do muro resulte do embrecamento dessas pedras. Os blocos de rocha devem ter dimensões regulares. Os muros devem ter espessura mínima de 0,60m e altura máxima de 1,50m. Quando o material é abundante no local, a construção é vantajosa, por ser de baixo custo e por não exigir mão-de-obra especializada.

Muros de Pedra Argamassada: semelhantes aos muros de pedra seca, com a diferença de que os vazios entre as pedras são preenchidos com argamassa de cimento e areia. O arranjo das pedras e o rejuntamento permitem uma maior rigidez da estrutura. A altura máxima desses muros é de 3,00m.

Muros de Gabião-Caixa: semelhantes aos muros de pedra seca, com a diferença de que são usadas caixas de fios metálicos, as quais são preenchidas com pedras. A altura máxima desses muros é de 1,50m.

Muros de Concreto Ciclópico: construídos em concreto e agregados de grandes dimensões. Quando as fundações são de sapata de concreto, podem ser usados para conter taludes de até 4,00m de altura. A construção de contrafortes permite resistir a maiores tensões.

Muros de Concreto Armado: o emprego dessas estruturas é irrestrito. As principais desvantagens dizem respeito ao alto custo e à necessidade de mão-de-obra especializada.

□ Obras de Estrutura Complexa

Essas obras, normalmente, são mais caras e exigem firmas especializadas para a sua execução. Dentre essas estruturas complexas, destacam-se:

Tirantes Isolados: essas estruturas são constituídas por painéis de concreto armado, providos de drenos. Esses painéis são fixados a um núcleo de granito

estável, por intermédio de tirantes de aço que, após tensionados, são afixados por injeção de calda de cimento.

Cortinas Antirantadas: são constituídas pela reunião de vários painéis fixados por tirantes.

Aterros Reforçados: o reforço dos aterros tem por objetivo aumentar a resistência do maciço, pela introdução de elementos que, quando solicitados, passam a trabalhar em conjunto com o solo compactado.

□ Estabilização de Blocos de Pedra e de Matacões

Essas obras de contenção são bastante utilizadas na cidade do Rio de Janeiro. Nelas, os blocos de rocha instabilizados são fixados a núcleos de granito estáveis por intermédio de chumbadores, tirantes de aço e montantes de concreto engatados nas rochas.

Os matacões instabilizados pela erosão podem ser fixados por medidas que minimizem os processos erosivos.

Em alguns casos, a alternativa mais viável é o desmonte dos blocos instabilizados por equipes qualificadas.

3 - Obras de Proteção contra Massas Escorregadas

Trechos de encostas sujeitos ao impacto de massas de material escorregados podem ser protegidos por:

- barreiras vegetais;
- muros de espera

5 - Notícias sobre Prevenção de Desastres Humanos de Natureza Tecnológica

Neste item, serão apresentadas algumas informações sobre a prevenção de desastres de natureza tecnológica, com ênfase nas medidas e na prevenção de incêndios.

Serão enfatizadas e destacadas:

- as necessidades do planejamento realizado com grande antecipação, para garantir a prevenção dos desastres tecnológicos;
- as atividades que representam maiores potenciais de riscos de desastres tecnológicos e que devem ser objetos preferenciais de planejamento preventivo.

Em seguida, serão enfocadas algumas medidas relacionadas com a prevenção de incêndios.

■ Generalidades

A prevenção dos desastres humanos de natureza tecnológica depende:

- de minuciosos estudos de riscos realizados, com grande antecipação, por equipes técnicas especializadas, quando da implementação de atividades que possam concorrer para incrementar os riscos de desastres tecnológicos;
- do desenvolvimento de planos diretores que considerem com prioridade as diretrizes, normas e procedimentos de estrita segurança, versando sobre: as especificações de projeto; o gerenciamento das obras; as especificações relativas à seleção e instalação de equipamentos; a operacionalização das plantas e edificações, após concluídas.

Dentre as obras que merecem prioridade, no que diz respeito ao planejamento de segurança, destacam-se:

- **corredores e terminais de transportes** rodoviários, ferroviários, marítimos, fluviais e aéreos;
- **plantas e distritos industriais**, especialmente quando industrializam produtos potencialmente perigosos e/ou utilizam insumos, produzem detritos, efluentes líquidos ou gases contaminantes, poluentes e/ou potencialmente perigosos;
- **plantas industriais**, parques e depósitos de produtos explosivos;
- **áreas de prospecção**, ductos, plantas industriais, terminais de transporte especializados, parques, depósitos e outros de distribuição de produtos petrolíferos e de combustíveis, óleos e lubrificantes (COL), em geral;
- **áreas de mineração** a céu-aberto e minas subterrâneas;
- túneis, elevados e outras **obras-de-arte**;
- **edificações com grandes densidades de usuários**, como hospitais, edifícios de escritórios, teatros, cinemas, supermercados e outros.

■ Medidas Gerais de Redução de Desastres Tecnológicos

Medidas Não-Estruturais

Dentre as medidas não-estruturais relacionadas com a prevenção e o controle dos desastres tecnológicos, destacam-se:

□ As Relacionadas com a Ordenação Espacial

Dentre essas medidas, destacam-se:

- o planejamento das áreas de proteção, com o objetivo de distanciar plantas industriais e outras possíveis áreas de riscos das comunidades vulneráveis;
- a nucleação e o distanciamento de possíveis focos de riscos de acidentes ou desastres, com o objetivo de evitar a generalização dos mesmos;
- o planejamento de vias de acesso e de fuga, devidamente protegidas, com o objetivo de facilitar o carreamento dos meios e a evacuação de pessoas em risco.

□ As Relacionadas com o Desenvolvimento Institucional e de Recursos Humanos

Dentre essas medidas, destacam-se:

- a instituição de Comissões Permanentes, responsáveis pela implementação de normas e de procedimentos de segurança, no âmbito da instituição, pela auditoria técnica do processo e pela reciclagem do pessoal especializado;
- a implementação de Órgãos de Saúde, com pessoal especializado em medicina de trabalho e medicina de desastre, o qual se responsabiliza pela seleção do pessoal, pelo controle da saúde, de acordo com o calendário preestabelecido, e pelo atendimento emergencial de pessoas afetadas pelos sinistros.

■ Sistemas de Monitorização, Alerta e Alarme

A instalação de sistemas automáticos de monitorização, alerta e alarme, em condições de reagirem automaticamente quando determinados parâmetros e condições de riscos são detectados, contribuem para aumentar o nível de segurança das instalações.

Os sistemas de monitorização, alerta e alarme são constituídos por:

- **sensores periféricos**, como os sensores de calor e de fumaça;
- **dispositivos periféricos de alarme**, acionáveis manualmente quando alguém detecta indícios de sinistros em alguma dependência da planta industrial ou da edificação;
- **dispositivos periféricos de alarme**, acionáveis automaticamente, todas as vezes que equipamentos de combate a sinistros forem utilizados, em qualquer dependência da edificação.
- uma central de monitorização, alerta e alarme, normalmente localizada em sala contígua ao centro de comunicações;
- um dispositivo de alarme visual e sonoro que permita a imediata localização do foco do sinistro;
- uma rede de terminais telefônicos privilegiados, que permitam o acionamento imediato das equipas da brigada anti-sinistro e do corpo de bombeiros.

■ Outros Sistemas de Controle de Sinistros

Dentre os sistemas de controle de sinistros, destacam-se:

- **sistemas automáticos** de fechamento de válvulas e de bloqueio de conexões, com a finalidade de impedir o escapamento de produtos perigosos, inclusive combustíveis, em circunstâncias de sinistro. Esses sistemas podem ser complementados por sistemas semi-automáticos de fechamento de portas corta-fogo, que só podem ser bloqueadas quando houver certeza de que não existem pessoas vivas nas dependências sinistradas;
- **sistemas automáticos de evacuação**, constituídos por barreiras, piscinas, tanques suplementadores, ductos e bombas propulsoras, para recuperar produtos perigosos, especialmente combustíveis, localizados próximos aos focos de sinistros;
- **outros sistemas automáticos ou semi-automáticos de segurança**, com capacidade para interromper sequências de falhas ou eventos encadeados em plantas industriais, inclusive em plantas nucleares.

■ Prevenção de Incêndios

1 - *Estudo do Tetraedro de Fogo*

Para que exista fogo é necessário a conjugação dos seguintes elementos:

- **combustíveis**, compreendendo as substâncias sólidas, líquidas e gasosas que queimam, alimentando a combustão;
- **comburente**, constituído pelo oxigênio que, em combinação com os combustíveis, provoca uma reação de oxidação com intensa produção de

energia calórica. Quanto mais ventilado e rico em oxigênio for um ambiente, mais ativa será a combustão e a produção de chama e de calor;

- condições que facilitam o desenvolvimento da reação exotérmica em cadeia;
- energia calórica, que facilita a prévia gaseificação dos combustíveis sólidos e líquidos, permitindo a combinação com o oxigênio e otimizando a combustão.

2 - Controle da Carga Combustível

A carga combustível deve ser estritamente controlada, quando do planejamento de plantas industriais, edificações e outras instalações.

Dentre os combustíveis sólidos que devem ser controlados, destacam-se:

- materiais alulósicos, como madeiras, papéis de parede, tecidos, algodão e outros materiais utilizados em pisos, divisórias, móveis e peças de equipamentos;
- tapetes e carpetes;
- resinas plásticas ricas em cadeias de carbono e outras substâncias que produzem gases tóxicos, durante a combustão.

Dentre os combustíveis líquidos, destacam-se os derivados de petróleo, como óleo diesel, gasolina, querosene, álcool etílico e outros líquidos constituídos por hidrocarbonetos.

O combustível utilizado em caldeiras deve ser armazenado em locais estanques, protegidos e distanciados das demais instalações.

O sistema de ductos de combustíveis deve ser facilmente identificável, bloqueável e isolável, em caso de incêndio.

Os gases combustíveis normalmente são mais densos e mais pesados que o ar ambiente e tendem a concentrar-se próximo dos pisos. Por esse motivo, nos ambientes sujeitos a riscos de escapamentos de gases combustíveis:

- a exaustão deve ser feita próxima ao solo;
- as tomadas de energia elétrica devem ser blindadas e elevadas.

Os ductos que transportam gases combustíveis devem ser facilmente identificáveis e isoláveis, em caso de incêndio.

A disseminação de botijões de gases combustíveis pelas diferentes dependências das edificações é contra-indicada.

3 - Controle da Carga Combustível

Os depósitos de oxigênio devem ser distanciados das áreas onde a carga combustível é elevada.

Os ductos de oxigênio e de ar comprimido devem ser facilmente **identificáveis**, **bloqueáveis** e **isoláveis**.

É importante que o **efeito Venturi** seja considerado com prioridade na prevenção e controle de incêndios. Em casos de incêndio, as correntes ascendentes de ar aquecido, ao circularem por espaços vazados, como poços de ventiladores, escadas em espiral que se desenvolvem sem bloqueios, tendem a aumentar a renovação de ar e a carga comburentes.

Em algumas instalações, é possível bloquear, hermeticamente, determinados compartimentos e substituir o ar por gás carbônico ou outro gás inerte.

4 - Redução das Causas de Ignição

Juntamente com a escolha de material pouco combustível e com ponto de ignição e de inflamabilidade elevado, é necessário que se reduzam os riscos de ignição, como **centelhamento**, **calor** e **chama**.

O planejamento da redução das causas de ignição inicia-se pelo sistema de proteção contra descargas atmosféricas, por intermédio de pára-raios adequados e bem aterrados. É interessante recordar que o Brasil é o país com maior densidade de descargas atmosféricas do mundo.

Ao se planejar as redes de distribuição de energia elétrica, é muito importante:

- prevenir a compartimentação do sistema em **redes independentes e estanques**, para evitar sobrecargas, interferências, piques de consumo e quedas bruscas de consumo;
- definir corretamente as características de cada uma das redes autônomas e a carga de consumo prevista, com a finalidade de planejar a capacidade de cada uma delas, de forma a evitar sobrecargas, aquecimentos e curtos-circuitos;
- para cada rede autônoma, considerar a tipificação dos terminais usuários de energia e as necessidades de equipamentos de amplificação e de redução de potenciais e de equipamentos de proteção contra sobrecargas;
- definir, em caso de queda do fornecimento de energia, quais os ramais prioritários que devem ser mantidos energizados.

O hábito de fazer proliferar ligações irregulares e não previstas está arraigado entre os brasileiros. Os "benjamins" são os equipamentos elétricos mais populares no Brasil e a "gambiarra" é uma instituição nacional.

Como numerosas redes de eletricidade começam a ser sobrecarregadas logo após a inauguração, é compreensível que a grande maioria dos incêndios não criminosos sejam originados nas instalações elétricas.

5 - Redução de Calor

A energia calórica é indispensável para manter a combustão, já que os combustíveis sólidos e líquidos devem ser inicialmente gaseificados para poderem se combinar com o oxigênio.

Por esse motivo, os sistemas automáticos de esguichos, que são disparados quando da elevação da temperatura local, costumam ser eficientes para "abortar" os incêndios nas fases iniciais.