

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

PMI-500

**TRABALHO DE FORMATURA EM ENGENHARIA DE
MINAS**

PROFESSOR RESPONSÁVEL

WILDOR THEODORO HENNIES

TEMA

**"UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ACIDENTES
DO TRABALHO - ESTUDO DE CASO"**

LEONIDAS RAMOS PANDAGGIS

NUSP 7155415

NOVEMBRO/1993

EPMI
TF-1993
P192m

EPMI

TF-1993

P192m

Sigw 1587455

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE

DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

PM-600

TRABALHO DE FOMATURA EM ENGENHARIA DE

MINAS

PROFESSOR RESPONSÁVEL

WILDO THEODORO HENRIQUES

TEMA

"UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ACIDENTES
DO TRABALHO - ESTUDO DE CASO"

M1993c

DEDALUS - Acervo - EP-EPMI



31700005932

AGRADECIMENTOS

- Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo que permitiu o desenvolvimento dos trabalhos em suas instalações, em especial a engenheira Monica Speck Cassola, à técnica Sandra Lúcia de Moraes, ao técnico Josélio Bezerra da Trindade e ao auxiliar técnico Renildo Oliveira dos Santos.
- Aos orientadores engenheiro Diógenes Jerônimo e ao Professor Doutor Arthur Pinto Chaves pelas orientações e críticas.
- Ao Professor Doutor Henrique Kahn e à técnica Maria Auxiliadora S.Marzo, do Departamento de Engenharia de Minas da EPUSP pela realização das análises granulométricas por difração a laser (Malvern).
- A todos que de alguma forma colaboraram na confecção deste trabalho.

SUMÁRIO

I - INTRODUÇÃO	6
II - HISTÓRICO	7
1 -Teoria do Caso Fortuito	8
2 -Teoria do Risco Profissional	8
3 -Teoria do Risco da Autoridade	8
III - ÁRVORE - FERRAMENTA DE ANÁLISE	9
IV - O MÉTODO DA ÁRVORE DE CAUSAS	11
1 - Considerações Iniciais	11
2 - Princípios de Aplicação	13
3 - Fundamentos da Análise	15
3-1 - A Atividade como Unidade de Análise	16
3-2 -Definição dos Elementos da Atividade	16
3-3 -A Variação dos Componentes	17
4 - A Aplicação do Método de Análise	18
4-1 - Condições Pré-Existentes	18

4-2 - Coleta e Organização dos Dados	18
4-3 - A Construção do Diagrama	20
4-3-1- Definição e Objetivo	20
4-3-2- As Relações entre as Variações dos Componentes	21
4-4- Interpretação e Utilização do Diagrama	31
5 - Domínio de Aplicação	32
5-1- A Análise dos Quase-Acidentes	32
5-2- O Papel dos Antecedentes-Estado	33
V-ESTUDO DE CASO.INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTE EM MINA SUBTERRÂNEA DE CARVÃO	34
1 - O Relatório	34
1-1- Considerações Iniciais	34
1-2- Objetivos	34
1-2-1- Objetivos Gerais	34
1-2-2- Objetivos Específicos	34
1-3- Metodologia	35

1-4- Discussão do Acidente	35
1-4-1- As Vítimas	36
1-4-2- O Local do Acidente	36
1-4-3- O Acidente	37
1-4-4- Operações Realizadas que Antecederam o Acidente	39
1-4-5- Determinação dos Riscos Envolvidos	41
1-4-5-1- O Dióxido de Carbono	42
1-4-5-2- Os Óxidos de Nitrogênio	43
1-4-5-3- O Monóxido de Carbono	44
1-4-5-4- A Concentração de Oxigênio no Ambiente,sua Diminuição e Efeitos na Saúde do Homem	47
1-5- A Mineração Subterrânea de Carvão e a Política de Segurança da Empresa	48
1-5-1- A Mineração Subterrânea de Carvão	48
1-5-2- O Método de Lavra	49
1-5-3- A Empresa	50
1-5-3-1- A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA	51

1-5-3-2- O Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT	51
1-5-3-3- As Normas de Segurança da Empresa	53
1-6- A Árvore de Causas do Acidente	71
1-7- Conclusões	72
VI- CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
VII- BIBLIOGRAFIA	77

I - INTRODUÇÃO

Através do estudo de um caso ocorrido na mineração subterrânea de carvão procuraremos expor uma metodologia de análise de acidentes que, como proposta para a explicação e redução dos acidentes do trabalho, seja mais eficaz que os métodos que ainda vêm sendo utilizados.

Nossa experiência profissional tem demonstrado a necessidade de promover essa discussão entre os engenheiros de minas cuja atividade profissional implica participação no planejamento e gerenciamento do processo produtivo da mina.

A empresa deve ser entendida como um sistema funcional onde intervêm múltiplos elementos e o trabalhador é um desses elementos, de maneira que o acidente do trabalho pode ser apreendido como a materialização de uma disfunção do sistema. Nesse contexto a análise dos acidentes do trabalho pode se constituir em poderosa ferramenta para a prevenção desses eventos indesejáveis, permitindo a discriminação de suas causas e a eliminação dos focos de risco, impedindo assim a repetição de acidentes semelhantes ou outros cujas origens sejam comuns.

O acidente não deve ser entendido como obra do acaso pois não se caracteriza por ter distribuição uniforme no tempo, no espaço e nos grupos humanos. Ele pode ser apreendido como uma perturbação do equilíbrio entre o homem e seu meio ambiente, cabendo portanto estudar as causas e mecanismo de propagação das variações no sistema que redundam nessa perturbação.

A metodologia de análise de acidentes abordada neste estudo de caso foi introduzida na década de 70 pelo Institut National de Recherche et de Sécurité - INRS na França.

Nesse modelo de análise dos acidentes do trabalho, o princípio de organização da rede de causalidade, denominada árvore de causas, é uma cronologia de acontecimentos necessários à produção do acidente. Assim a árvore de causas trata-se de uma apresentação esquemática do encadeamento dos antecedentes que determinaram direta ou indiretamente o acidente.

Para a discussão do método consideraremos, como dissemos no início, a investigação de acidente fatal ocorrido na mineração de carvão; assim, além da exposição do método de análise propriamente dito, ficará caracterizada a metodologia aplicada na investigação.

II - HISTÓRICO

A vítima de um acidente do trabalho no século XIX poderia ser penalizada duplamente pois somando-se à possível lesão poderia a ela ser imputada a culpa pelo acidente enquanto figura jurídica.

As teorias jurídicas vigentes naquela época eram de caráter subjetivista e para que pudesse ocorrer a caracterização da responsabilidade do empregador fazia-se necessário provar sua culpa, fundamentada em requisitos de mérito moral ou psicológico, como os relacionados a seguir:

- a) ato ou omissão que atentasse contra os direitos de outrem,
- b) prejuízo produzido por esse ato ou omissão,
- c) existência de nexos causal (relação causa-efeito) entre o ato ou omissão e o prejuízo gerado e,
- d) a culpa.

A evolução dos processos industriais do final do século XIX e a complexidade crescente dos ambientes fabris levou à consideração de que a maioria dos acidentes não encontrava explicação pura e simplesmente na falha do trabalhador e tinha sua gênese em:

- casos imprevistos ou de força maior e
- "culpas" muito sutis de difícil comprovação.

Com esse conceito a ordem jurídica até então vigente mostrou-se incipiente, esvaziando-se e provocando a tendência da inversão da prova, de maneira que passou a recair sobre o empregador a presunção da responsabilidade pelo acidente e como consequência o ônus da prova.

A evolução do Direito Comum para o Direito do Trabalho levou ao fortalecimento de teoria objetivistas que deixavam de considerar a culpa e elementos subjetivos. Algumas teorias que ganharam destaque foram as seguintes:

1 - Teoria do caso fortuito

Segundo essa teoria ao trabalhador não cabe arcar com os reveses do modo de produção capitalista pois seu trabalho não gera riqueza para si mas para o proprietário dos bens de produção. Como cabe ao empregador usufruir das benesses proporcionadas pelo lucro gerado pela força de trabalho de seu empregado, também deve arcar com os ônus do seu processo produtivo.

2 - Teoria do risco profissional

O argumento fundamental dessa teoria é que toda lesão, seja funcional ou orgânica, que possa atingir o trabalhador é função do trabalho prestado.

3 - Teoria do risco da autoridade

Se a autoridade é fonte de responsabilidade e o trabalhador não pode por iniciativa própria alterar os meios e modos de produção, também não lhe podem ser imputadas as responsabilidades por acidentes ocorridos num meio sobre o qual não lhe é dado o poder de transformação.

O viés jurídico orientou historicamente a discussão do acidente do trabalho e seu equacionamento técnico foi relegado a um segundo plano.

No dias atuais ainda perduram conceitos atrasados em relação à análise de acidentes do trabalho. Não é raro encontrar relatórios que após uma série de considerações terminam por recair no surrado binômio ato inseguro X condição insegura, abortando a possibilidade de, através da investigação, chegar

às causas reais do acidente e assim propiciar a concepção de medidas preventivas eficazes.

O ato inseguro enquanto locução da língua portuguesa não encerra um conteúdo consistente, pois não é o ato em si que se pode qualificar como seguro ou inseguro, mas sim toda a circunstância que envolve o trabalho, compreendida aí a tecnologia empregada, seu domínio, a organização da produção e os sistemas de proteção existentes.

III - ÁRVORE - FERRAMENTA DE ANÁLISE

Em matemática moderna, na teoria dos Grafos, define-se árvore como um grafo conexo. A idéia de árvore encontra-se frequentemente nas aplicações da Teoria dos Sistemas. As árvores de decisão, através de suas múltiplas ramificações, representam várias condições alternativas descrevendo os caminhos a serem adotados num processo de planejamento.

Na Engenharia de produção as árvores são empregadas para representar e planificar a manufatura de inúmeros produtos. A fabricação de uma bicicleta, por exemplo, pode ser representada por uma árvore de montagem onde o produto final surge como o resultado da união das rodas com o quadro, guidão, selim, pedais, etc. Para cada fração construtiva monta-se sua família ou árvore particular de maneira que se atinge até o último parafuso. Além da relação de dependência entre os componentes, ao agregar o tempo como parâmetro se obtém uma visão panorâmica do produto e pode-se otimizar a relação com fornecedores, o dimensionamento de estoques emergenciais para os nós críticos diagnosticados, etc.

Aplicadas aos acidentes as árvores e a Teoria dos Sistemas, como um todo, passaram a ter destaque, inicialmente não para a segurança do trabalho, mas para as companhias de seguros e para a engenharia militar.

Para essa aplicação as árvores foram denominadas, na Teoria dos Sistemas, de árvore de falhas.

Embora o método de análise das árvores de falhas seja uma técnica razoavelmente recente, possuindo agora cerca de 25 anos, já foi aplicada com

sucesso em problemas bastante intrincados de segurança no campo aeroespacial. Esse sucesso fez com que ganhasse aceitação não apenas dentro desse ramo de indústria, mas também junto ao Departamento de Defesa dos Estados Unidos, que fez da análise uma exigência em seus contratos para projetos de novos mísseis e aeronaves. Já em 1966 era usada em problemas de confiabilidade de produto (mísseis, aeronaves e automóveis), pelos engenheiros de projeto, na fase de desenvolvimento deste.

A análise das árvores de falhas foi desenvolvida pelos Laboratórios Bell Telephone em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, para uso no sistema do míssil balístico intercontinental "Minuteman".

O pessoal da Bell Telephone, conhecedores da Lógica Booleana em aplicações nos equipamentos de telecomunicação, adaptou tais princípios para criar o novo método. Engenheiros e matemáticos da Boeing Company empenharam-se a fundo no desenvolvimento adicional desses procedimentos e se tornaram os seus propositores mais destacados. A técnica sofreu vários aperfeiçoamentos, de maneira tal, que a simulação de árvores complexas em computadores de grande capacidade de processamento se tornou uma realidade.

A análise dessas árvores é um método excelente para o estudo dos fatores que poderiam causar um evento indesejável (falha, risco principal ou catástrofe). O estudo dos Laboratórios Bell foi empreendido para a determinação das combinações de eventos e circunstâncias que poderiam causar certas catástrofes específicas, uma das quais era um lançamento não autorizado do míssil. Na época, os métodos de análise de confiabilidade em uso não conduziam, por si sós, à determinação das possibilidades e probabilidade de ocorrência daqueles eventos, devido ao complexo inter-relacionamento de recursos humanos, equipamentos, materiais e ambiente. Atualmente, com a sofisticação do modelo de análise e com o auxílio de poderosos computadores, pode-se dizer que trata-se, com efeito, de um modelo no qual dados probabilísticos podem ser acoplados às sequências lógicas aumentando significativamente seu poder de previsão.

Já na década de 70, o método da árvore de causas adquiriu impulso significativo em relação a sua aplicação na análise dos acidentes do trabalho. Foi

na França que ocorreu a publicação de importantes estudos e aplicações do método.

Instituições renomadas na área como o Institut National de Recherche et Sécurité - INRS, assumiram o método da árvore de causas como o principal modelo a ser aplicado na análise de acidentes do trabalho. A Organização Internacional do trabalho - OIT passou a difundí-lo internacionalmente através da Enciclopédia de Segurança e Saúde Ocupacional como desenvolvimento do verbete análise de acidentes, com os comentários que reproduzimos a seguir:

"... o acidente era inicialmente concebido como um fenômeno simples, devido a uma causa simples ou a uma causa principal e então, como uma coisa devida a um número pequeno de causas. Por exemplo, a concepção do acidente como resultante de um "ato perigoso" e "condições perigosas" prevaleceu por um período longo ... Ou seja, somente as causas diretas do acidente eram objeto de medidas preventivas, medidas que, embora fossem sem dúvida necessárias, não eram suficientes para eliminar condições de trabalho que conduzem a acidentes".

IV - O MÉTODO "ÁRVORE DE CAUSAS"

1 - Considerações Iniciais

Todo o contexto pertinente à execução do trabalho humano é entendido como um sistema no qual identificam-se quatro componentes. Nesse sistema cada INDIVÍDUO (I) executa uma TAREFA (T) fazendo uso de um MATERIAL (M), tendo como envoltória um MEIO DE TRABALHO (MT). Esses quatro componentes ou aspectos do trabalho irão constituir o que se denomina ATIVIDADE.

O acidente será apreendido como o derradeiro evento de uma série de perturbações ou variações dos componentes ocorridas durante o desenvolvimento de uma atividade por parte da vítima ou de seus companheiros.

As variações ocorridas nos componentes do sistema são apresentadas graficamente na forma de um diagrama, que tem o papel de suporte para a

interpretação dos fatos, sua compreensão, equacionamento das falhas e consequente busca das soluções ou medidas de caráter preventivo.

A aplicação sistemática do método e o posterior tratamento estatístico dos dados colhidos dá a possibilidade de diagnosticar, dentro da organização do trabalho existente, os possíveis focos de risco, propiciando alterações necessárias e a implementação de uma política eficaz de prevenção.

O método de análise preconizado pode ser aplicado para diversas outras finalidades dentro da estrutura operacional da empresa. O aspecto fundamental do método é a sua essência, a filosofia que o permeia, de maneira que ele pode ser aplicado dentro do processo produtivo para diagnosticar "gargalos" ou nós críticos do fluxograma operacional da empresa.

No âmbito dos acidentes do trabalho devem ser investigados não apenas os acidentes que redundam em perdas de tempo, de materiais ou lesões nos trabalhadores. Isso irá possibilitar a determinação precoce dos possíveis focos de risco, sejam de natureza ocasional, sejam de natureza permanente, viabilizando a concepção e implementação de medidas neutralizadoras que inibam a ação desses focos.

O método de análise proposto pode ser utilizado com bons resultados em qualquer empresa, desde que existam condições favoráveis ao atendimento de dois requisitos básicos:

- colaboração dos funcionários em todos os níveis hierárquicos da estrutura organizacional da empresa;
- existência de serviço especializado em segurança e medicina do trabalho razoavelmente equipado e atuante.

O Institut National de Recherche et de Sécurité - INRS, partindo de conhecimentos e experiências já disponíveis através de diversos estudos no campo da Segurança e Saúde do Trabalhador, e impelido pela necessidade colocada de avançar nas técnicas e modelos de análise de acidentes do trabalho até então existentes, levou a efeito o desenvolvimento do método aqui apresentado.

2 - 1 - Princípios de Aplicação

As atitudes e iniciativas visando a prevenção dos acidentes do trabalho consistem basicamente em pesquisar suas causas ou determinantes promovendo então sua eliminação. Dessa maneira, o estudo sistemático e a análise dos dados relacionados aos acidentes constituem um dos fundamentos para a sua prevenção eficaz. Vários estudos realizados anteriormente à sistematização deste método já davam conta que o acidente é sempre um acontecimento complexo que mobiliza uma diversificada gama de fatores interdependentes. Respeitando essa concepção e, como já mencionado anteriormente, ele pode ser encarado como o evento final de uma série de antecedentes em um determinado sistema.

A formulação do método de árvore de causas fez-se necessária diante da complexidade crescente das situações de trabalho e visou atender a dois objetivos principais:

- a) Instrumentalizar a busca sistemática de dados, pesquisando os elementos característicos do acidente e,
- b) Propiciar a determinação de fatores de risco comuns a diferentes situações de trabalho, caminhando para sua eliminação.

Em princípio o método proposto não se resume a um questionário ou "check-list", mas caracteriza um processo preciso de investigação e análise.

Sem qualquer detalhamento, pode-se dizer que a investigação realizada à luz do método da árvore de causas consiste em montar um quadro de eventos antecedentes tendo como ponto de partida o acidente motivo da análise. Os antecedentes discriminados são classificados em dois tipos:

- a) **Antecedentes-estado:** consistem em estados (condições) de fato permanentes no contexto que é desenvolvido o trabalho; como exemplo pode-se citar a ausência de dispositivo de proteção sobre as partes móveis de um equipamento assim recebido do fabricante ou a ausência de sistema de renovação de ar em um posto de trabalho.

b) **Antecedentes-variações:** consistem nos estados (condições) de fato não corriqueiros ou alterações que surgem durante a feitura do trabalho; como exemplo, pode-se citar uma modificação imposta durante o seu desenvolvimento ou um incidente qualquer de cunho técnico.

Ao considerar a relação dos antecedentes, o método se detém, em primeiro plano naqueles classificados como antecedentes variações ou simplesmente variações.

Na realidade, o acidente não é passível de explicação sem que pelo menos um elemento da situação usual que circunscreve a realização do trabalho tenha passado por alguma alteração. Isso significa que não é possível entender a ocorrência de um acidente levando em consideração apenas fatos permanentes, sendo que é difícil conceber um critério que estabeleça claramente a pertinência entre antecedentes-estado e uma dada situação.

Por outro lado, o conceito de variação fornece um critério de pertinência coerente e capaz de orientar a análise que se pretende. Enfim, o encadeamento e relação de dependência entre as variações irá, no conjunto, caracterizar a dinâmica do acidente.

A consideração e análise dos antecedentes-estado ocorre num segundo plano do estudo e em dois momentos distintos:

- após a descrição do mecanismo lógico de cada acidente em função das variações ocorridas, o papel dos antecedentes-estado emerge no momento da interpretação;
- após estudar um conjunto de acidentes, a análise a ser promovida em atenção aos antecedentes-estado consiste na individualização desses antecedentes que podem ser emblema de causas comuns a vários acidentes. Dessa forma viabiliza-se a caracterização dos possíveis focos de risco da empresa.

De qualquer maneira, independentemente do fato de ter ocorrido ou não um acidente, os antecedentes-estado devem ser examinados

sistematicamente através das inspeções técnicas de rotina que visam a averiguação das atividades de produção.

Se a intervenção no ambiente de trabalho fruto da análise de acidentes é denominada prevenção passiva, a esse tipo de ação cabe chamar prevenção ativa, pois sua atuação se dá antes que um acidente se produza.

O método de análise de acidentes proposto visa sobretudo estudar o funcionamento interno da empresa e dos aspectos que de fato intervêm na sua operação.

Dessa forma o método se constitui em importante ferramenta de análise para os profissionais de segurança e saúde do trabalhador da empresa ao fundamentar a sua intervenção.

O sucesso das ações preventivas irá depender, no entanto, da relevância que é reservada pela direção da empresa aos problemas de condições de trabalho e da sua importância no controle do processo de produção.

3 - Fundamentos da Análise

As empresas podem ser entendidas de múltiplas maneiras e isso implica diversas representações, cabendo por conseguinte várias formas de considerar os acidentes nela ocorridos.

É preciso, no entanto, conceber uma representação para a empresa que, sendo de aplicação geral, não a descaracterize como sistema nem implique modelos "a priori" quanto ao fenômeno acidente.

A empresa pode ser considerada como um grupamento de indivíduos que agem de forma coordenada e cooperativa visando a realização de um objetivo econômico pré-estabelecido. Assim, a empresa surge como um sistema, ou seja, como a somatória de partes com interdependência e articulação cuja ação comum se dá em função de um determinado fim.

Com essa visão o acidente do trabalho é uma manifestação de anomalia existente no sistema, reveladora de uma disfunção no seu processo.

3.1 - A Atividade como Unidade de Análise

No acidente, um trabalhador é lesionado ou provoca uma lesão em outro trabalhador, sendo que isso ocorre durante a execução de uma determinada tarefa, fazendo uso de um determinado material em um determinado ambiente de trabalho (meio). O conjunto representado por esses quatro componentes: indivíduo, tarefa, material e meio, irá definir uma unidade de análise denominada atividade. Assim, a atividade corresponde à fração do trabalho realizada pelo indivíduo no sistema de produção considerado, sendo que a cada indivíduo está relacionada uma atividade.

Num único acidente pode-se ter o concurso de várias atividades desde que elas estejam estreitamente ligadas.

Na mineração subterrânea, caso específico de sistema de produção do presente trabalho, onde as frentes de lavra contam com equipes de trabalho isso surge com frequência.

3.2- Definição dos Elementos da Atividade

Os quatro elementos ou componentes relacionados anteriormente são definidos da seguinte maneira:

a) o indivíduo (I): compreende a pessoa física e psicológica que exerce suas atividades na empresa, ou seja, comporta aspectos extra-profissionais.

No acidente pode tratar-se da vítima, de identificação imediata, ou de outras pessoas que exercem atividades com relação mais ou menos direta com a atividade da vítima, como integrantes da mesma equipe, encarregados, etc;

b) a tarefa (T): refere-se, de maneira geral às ações do indivíduo que intervêm na produção parcial ou total de determinado bem ou serviço; como exemplo citaríamos: chegar a uma frente de lavra; posicionar uma carreta de perfuração, etc;

c) o material (M): termo utilizado para designar os itens do arsenal de meios técnicos e materiais colocados à disposição do indivíduo para a execução da tarefa. Exemplos seriam um caminhão fora-de-estrada, um conjunto de hastes de perfuração, etc;

d) o meio de trabalho (MT): relaciona-se ao contexto físico e social que circunscreve a execução da tarefa pelo indivíduo.

3.3 A Variação dos Componentes

A relevância das situações anômalas de trabalho na gênese dos acidentes já é notória.

A perturbação causada pela existência de uma situação anômala implica ou induz variações sucessivas de outros componentes culminando no acidente. Dessa maneira a investigação e análise do acidente consistirá na determinação de todas as perturbações, alterações ou anomalias (designadas pelo termo geral variação) ocorridas nos componentes da atividade.

Uma variação pode ser mais ou menos repentina, podendo ocorrer nas proximidades ou não do acidente e deve ser avaliada em relação ao desenrolar usual do trabalho pelo indivíduo, seja a vítima ou não, ao qual está relacionada a atividade. Assim não cabe, na fase de coleta de dados, qualquer referência ou consideração quanto ao modo de operação formal, conforme descrito em normas ou manuais.

Se durante a análise de um acidente ficar evidenciada a não aplicação, de forma sistemática, de uma determinada norma, esse não cumprimento da norma não pode ser considerado como variação. Quando uma norma nunca é atendida no desenvolvimento do trabalho, a ocorrência de acidentes não pode ser explicada tão somente pelo fato da norma não ter sido cumprida.

O fato da norma não ser cumprida por si só já é merecedor de atenção e criterioso estudo no qual a participação dos trabalhadores é de importância fundamental. O desrespeito à norma deve ser abordado no momento seguinte à investigação propriamente dita, ou seja, quando da interpretação dos dados coletados. É importante salientar que a variação de um componente é representada pelo fato objetivo e não por sua interpretação.

4 - A Aplicação do Método de Análise

4.1 Condições Pré-existent

São três as condições fundamentais para a investigação de um acidente do trabalho, qualquer que seja o método de análise a ser utilizado. Essas condições são:

- a) a investigação deve ser levada a cabo no menor espaço de tempo possível após a ocorrência do acidente e a inspeção no local é imprescindível;
- b) é necessário não confundir as fases da análise; ao coletar os dados deve-se apenas coletar os dados, eximindo-se de interpretá-los. A interpretação constitui uma segunda etapa que deve ser iniciada após o domínio do maior número possível de informações. A interpretação pode ser facilitada se o fato estudado for bem circunscrito, pois isso irá minimizar a possibilidade das interferências pessoais de cada observador.
- c) o principal cuidado a ser tomado na coleta dos dados é dar a essa ação um caráter objetivo, sendo que deve ser orientada por pessoa familiarizada com o trabalho na forma como sua execução ocorre normalmente.

Na tabela a seguir são apresentados alguns exemplos de variações de diferentes componentes.

4.2 Coleta e Organização dos Dados

Após a coleta dos dados pertinentes às variações dos componentes cabe fazer um inventário de todos os fatos.

Esse inventário é realizado partindo-se do acidente, último evento do processo sob análise, regredindo progressivamente no tempo e ampliando consequentemente o universo da investigação. Na maioria dos casos mostra-se pouco produtivo deter a investigação na atividade realizada pela vítima.

TABELA 1

EXEMPLOS DE VARIAÇÕES DE DIFERENTES COMPONENTES

COMPONENTES DA ATIVIDADE	EXEMPLOS DE VARIAÇÕES EM UM COMPONENTE
Indivíduo (I)	Substituição de um trabalhador por outro trabalhador com problemas físicos
Tarefa (T)	tarefa imprevista omissão de operações elementares na execução da tarefa
Material (M)	equipamento usado normalmente apresenta avaria. equipamento reserva confiado ao operador.
Meio de Trabalho (MT)	obstrução na circulação de ar poeiras em concentração anormal

Existem duas questões a serem formuladas para cada componente, a saber:

- a) em relação ao seu estado precedente usual, houve realmente variação no componente?
- b) em caso afirmativo, quais foram essas variações?

Finda essa primeira etapa, parte-se para a etapa seguinte, que corresponde à classificação das variações constantes do inventário já composto após a coleta de dados. Nessa etapa o objetivo é identificar os componentes (indivíduo, tarefa, material ou meio de trabalho) a que diz respeito cada variação constante do inventário.

Se essa etapa demonstrar alguma dificuldade para sua execução, existem duas maneiras para se tentar superá-la. A primeira maneira seria por eliminação, componente por componente, iniciando-se pelo componente menos provável; e a segunda maneira seria usar o artifício de dividir a variação de difícil interpretação em uma seqüência de variações mais precisas.

A etapa seguinte do método consiste na ordenação das variações identificadas, e é de fundamental importância para a elaboração do diagrama do acidente. As variações são dispostas em uma tabela conforme é sugerido na tabela 2 a seguir. Para cada atividade é construída uma tabela diferente, de modo que para cada acidente podem existir tantas tabelas quanto o número de indivíduos envolvidos. A ordem cronológica das variações caminhará ao longo do conjunto de atividades e algumas variações podem ocorrer simultaneamente, recebendo o mesmo número de ordem.

4.3 A Construção do Diagrama

4.3.1 Definição e Objetivo

O diagrama apresenta o encadeamento das variações dos componentes que determinaram o acidente; compõe quadro sinótico da dinâmica do acidente e corresponde à etapa de formalização fundamentada na aplicação de relações lógicas entre os eventos antecedentes.

Através do diagrama é possível a reconstituição da rede de relações que explicam a passagem de uma variação para outra. Realmente, a variação de um componente irá determinar o aparecimento de uma outra variação, que pode se situar na mesma atividade ou em uma atividade diferente, função da sua magnitude dentro do sistema de produção estudado.

TABELA 2

QUADRO DE REGISTRO DE VARIAÇÕES

	Atividade do Indivíduo A		
	Lista de Variações	Natureza da Variação	Ordem Cronológica
Indivíduo	I1		
	I2		
Tarefa	T1		
	T2		
Material	M1		
	M2		
Meio de Trabalho	MT1		
	MT2		

4.3.2 As Relações entre as Variações dos Componentes

Consideremos como exemplo o caso de um acidente cujo resumo é o seguinte: o operador de um caminhão fora-de-estrada, que transporta estéril para o bota-fora, toma como caminho uma rampa muito inclinada. Ao tentar frear no declive os freios não respondem e o caminhão que havia sido sobrecarregado, colide contra um barranco e o operador é ferido sem gravidade na cabeça.

Através desse exemplo serão exploradas as diferentes modalidades possíveis de ligações entre as variações dos componentes.

Após a identificação das variações foi construído um diagrama que será a seguir exposto. Na construção do diagrama foram utilizadas informações outras além daquelas constantes do resumo apresentado. Essas informações foram extraídas de tabelas onde estavam registradas as variações, obtidas conforme a técnica anteriormente exposta.

Após completado o inventário dos dados procedeu-se à sua classificação nas tabelas 3 e 4 a seguir que dizem respeito, respectivamente, às atividades denominadas A1 e A2.

Para simplificar, sem comprometer o objetivo do exemplo proposto, as diferentes possibilidades de correlação entre as variáveis serão exploradas apenas através das últimas cinco variações encontradas no caso analisado, que receberam os números de ordem de 4 a 9. Não percamos de vista, no entanto, que semelhantes tipos de ligações podem ser encontradas em todo o diagrama.

Postas as variações, que tipos de relações podem existir entre elas?

Constatadas duas variações X e Y por ocasião de um acidente, de que maneira é possível precisar a relação que as unem?

Assim, para cada evento antecedente discriminado são formuladas as seguintes questões:

- 1 - caso a variação X não tivesse ocorrido, existiria a variação Y?
- 2 - a ocorrência da variação X foi necessária e suficiente para que a variação Y acontecesse?

PRIMEIRO CASO: A resposta à primeira questão formulada é negativa e à segunda é positiva, ou seja: a não ocorrência de X implicaria a não ocorrência de Y e mais, o fato de ter acontecido X foi necessário e suficiente para que ocorresse Y. Nesse caso foi necessário o acontecimento da variação X e somente da variação X para que Y ocorresse.

TABELA 3

VARIAÇÕES CONSTATADAS NA ATIVIDADE A1

Componente	Lista das Variações	Natureza das Variações	Ordem Cronológica de Variações
Indivíduo	I1	lesão no operador	9
Tarefa	T1	operador toma caminho não habitual	4
	T2	sobrecarga no caminhão	3
	T3	colisão contra barranco	8
Material	M1	caminhão que vinha sendo utilizado em reparos	1
	M2	utilização de caminhão reserva	2
	M3	freios do caminhão reserva em condições precárias	6
	M4	resposta insuficiente dos freios	7
Meio de Trabalho	MT1	pista habitual impraticável	1
	MT2	rampa com forte declive	5

TABELA 4

VARIAÇÕES CONSTATADAS NA ATIVIDADE A2

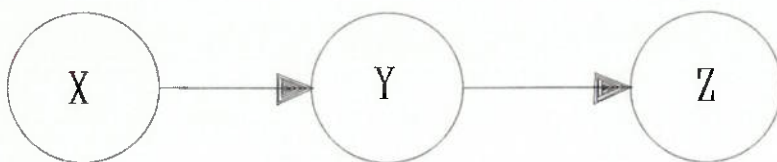
Componente	Lista das Variações	Natureza das Variações	Ordem Cronológica das Variações
Indivíduo			
Tarefa	T1	Falta de revisão nos freios do caminhão reserva	1
Material			
Meio de Trabalho			

Voltando ao exemplo explorado, pode-se afirmar que se o fora-de-estrada não tivesse colidido contra o barranco (variação T3, da tabela 3) o operador não teria sofrido a lesão.

Assim caracteriza-se a necessidade e suficiência de T3 para que surgisse a variação I1, e a ligação entre essas duas variações é representada por uma seta de traço cheio no sentido positivo do tempo, ou seja, da variação T3 para a variação I1.



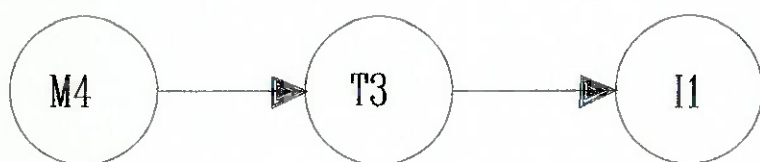
A existência de muitas variações com esse mecanismo de propagação caracteriza uma sucessão com encadeamento linear.



Com esse tipo de encadeamento a eliminação de uma variação na cadeia acarreta o desaparecimento daquelas que se seguem.

No esquema acima a supressão da variação X faz com que não mais ocorra Y e por consequência também não ocorra Z. Eliminando-se Y, X pode ocorrer mas Z não ocorrerá.

Retornando ao exemplo prático colocado, teríamos:



Resposta
insuficiente
dos freios

Colisao
contra
barranco

Lesao
no
operador

SEGUNDO CASO: Não cabem respostas positiva ou negativa às questões formuladas; mesmo que a variação X não tivesse acontecido, a variação Y poderia ocorrer. Nesse caso a variação X não é absolutamente necessária para que a variação Y apareça, e a ligação entre os dois eventos é representada por uma seta de traço pontilhado.



Com esse tipo de ligação entre as variações, temos que a ocorrência de X, sem ser necessária para que ocorra a variação Y, aumenta a probabilidade de que essa variação venha a acontecer.

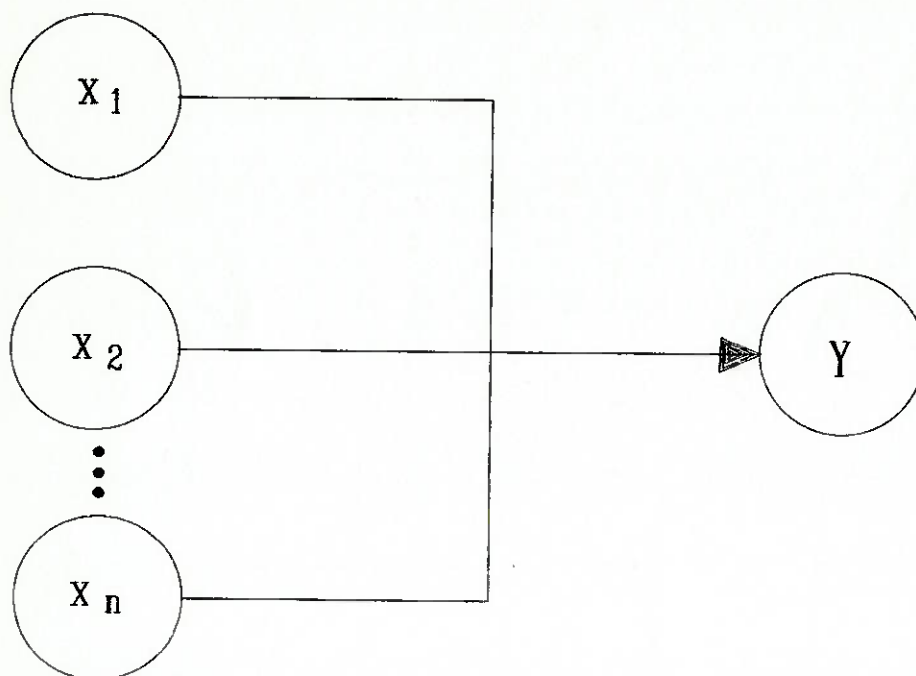
No exemplo ao qual vimos nos referindo, encontramos esse tipo de ligação entre a variação T2 (sobrecarga no caminhão) e a variação M4 (resposta insuficiente dos freios)

TERCEIRO CASO: A resposta à primeira questão proposta é positiva, ou seja: mesmo que a variação X não tivesse ocorrido, a variação Y aconteceria de qualquer forma. Assim posto, as variações consideradas caracterizam um caráter de independência, não existindo no diagrama seta estabelecendo ligação entre esses dois eventos.

QUARTO CASO: A resposta é negativa para as duas questões propostas, embora a variação X seja necessária ao acontecimento da variação Y, não se mostra suficiente para tanto.

Faz-se necessária a conjunção de variações independentes $X_1, X_2, \dots, X_n$ que ao combinarem-se provocam o aparecimento da variação Y.

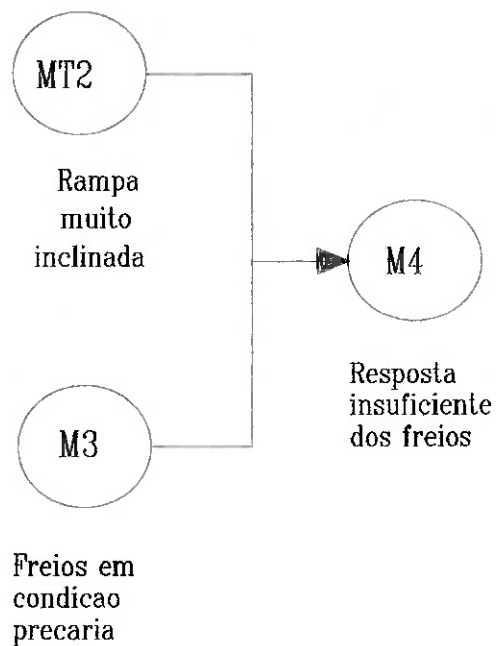
..Esse tipo de relação entre as variações é representado da maneira que se segue.



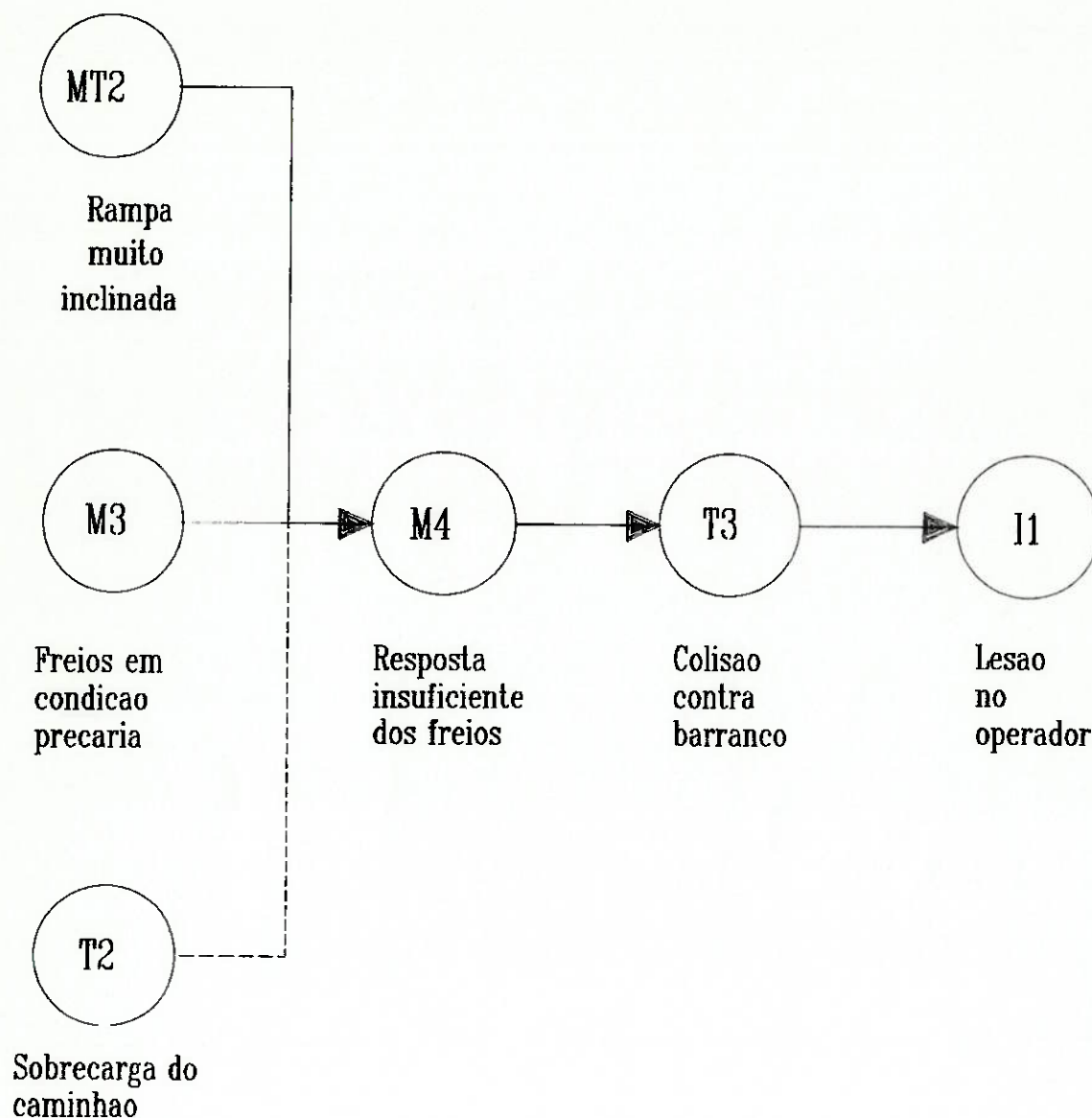
A eliminação de uma das variações antecedentes em nada altera as variações de mesma hierarquia quanto à possibilidade de ocorrência, no entanto, isso acontecendo a variação Y não mais irá se produzir, pois é a somatória das variações Xi que tem caráter de suficiência para que isso aconteça.

No exemplo que vimos utilizando, podemos constatar que foi a conjunção de duas variações, que foram a existência de freios com mau estado (M3) e de rampa com declive acentuado (MT2) que ensejaram o aparecimento da variação resposta insuficiente dos freios (M4).

Esquemáticamente a situação dada é representada como se segue:



O diagrama parcial do acidente usado como exemplo, relativo às de números 4 a 9, é o que se segue:



4.3.3 O Diagrama do Acidente

O diagrama contendo todas as variações constatadas no acidente é elaborado utilizando os princípios de construção definidos anteriormente, atentando especialmente para a relação de precedência existente entre as variações. A figura 01, a seguir mostra o diagrama construído.

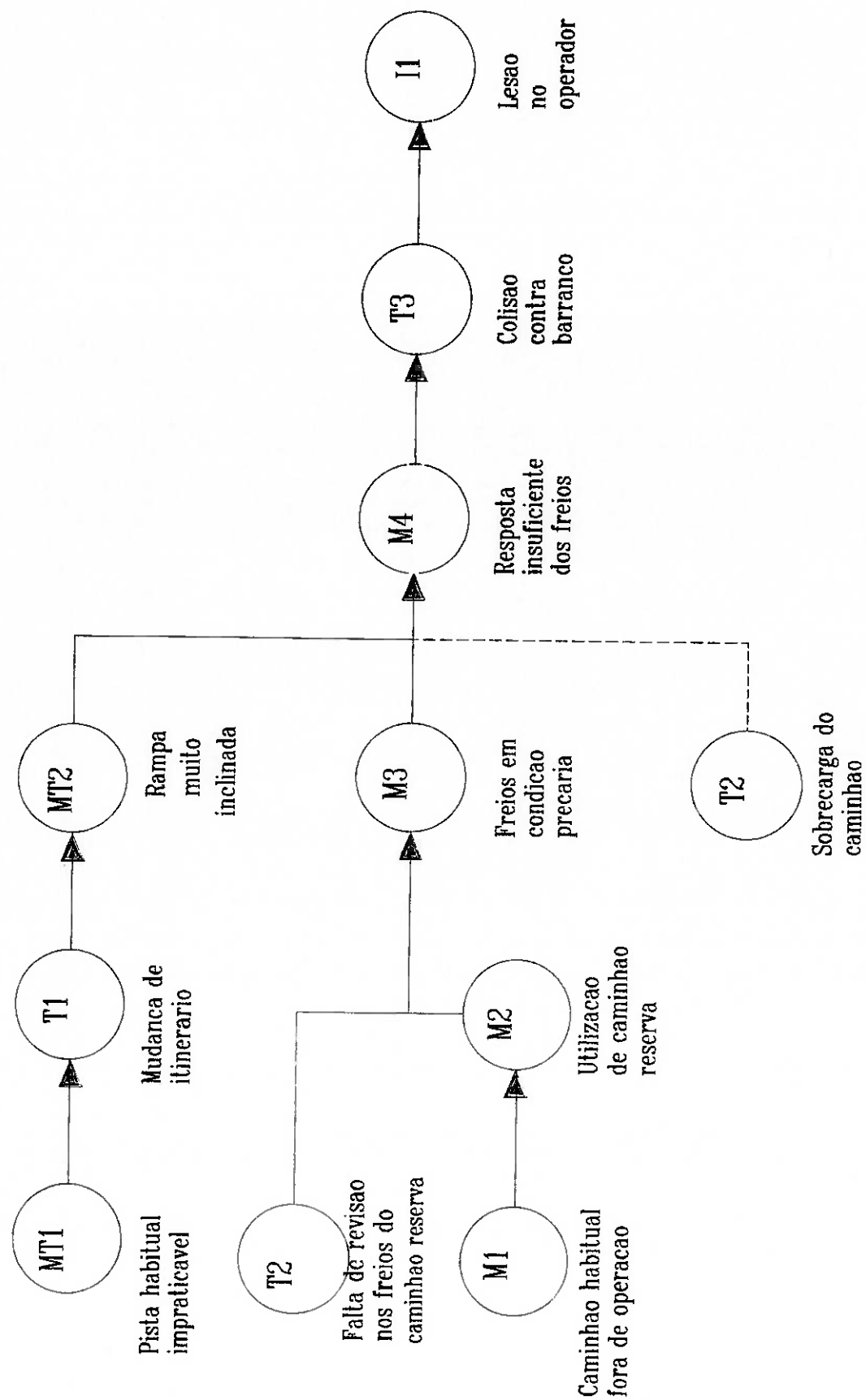


FIGURA 01

4.4. Interpretação e Utilização do Diagrama

O diagrama representativo do acidente, não constitui, por si só, um fim, mas a partir dele é possível proceder a dois diferentes tipos de análise, a saber:

- a) análise clínica, realizada com base no diagrama específico do acidente;
- b) análise estatística, realizada quando se possui um número suficiente de acidentes investigados com o suporte do método, ocorridos numa mesma empresa ou empresas com processos de produção semelhantes.

A análise clínica: realizada logo após o acidente, propicia estudar o encadeamento dos eventos antecedentes que determinaram a sua ocorrência.

O interesse prático na aplicação do método indica que é produtivo ampliar ao máximo o campo da investigação, evitando restringir-se somente à atividade da vítima ou vítimas do acidente.

Ao ampliar o campo da investigação torna-se factível atingir possíveis focos de risco existentes na empresa que podem ser comuns a vários acidentes. O carácter sistemático que possui o método estimula o aprofundamento da investigação, dando maior magnitude à ação preventiva derivada da sua aplicação, que constará então em impedir a ocorrência de variações susceptíveis de repetição.

No exemplo citado a manutenção dos equipamentos e a ausência de organização na circulação de veículos na mina emergem como focos de risco, capazes de atuar em outros acidentes.

Na análise clínica inicia-se o trabalho de interpretação do analista. Após a identificação dos focos de risco (má conservação de equipamentos, programação deficiente na manutenção, comunicação precária entre setores operacionais, etc.) faz-se necessário avaliar se eles são resultado de fatores permanentes ou circunstanciais dentro da organização da produção.

Desta maneira a interpretação é peça nevrálgica no método, e a sua criteriosa condução irá dar maior consistência ao seu objetivo maior, ou seja, a prevenção.

A análise estatística: através da análise estatística torna-se possível a identificação em perspectiva mais ampla de certas falhas inaparentes à observação direta, constituindo assim um meio diagnóstico para a revelação da relevância do papel de cada componente e das relações existentes entre eles na gênese do acidente. Dessa forma a ação preventiva resultante pode conduzir a pontos precisos carentes de intervenção ou a focos de risco com um máximo de eficácia.

5. DOMINIO DE APLICAÇÃO

5.1 A Análise dos Quase Acidentes

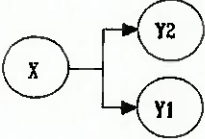
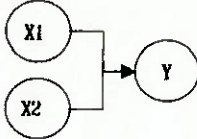
Até aqui ao longo da exposição da metodologia a discussão promovida refere-se basicamente à investigação e análise do acidente do trabalho valendo-se dos diagramas obtidos que convergem para uma variação final no componente indivíduo, consubstanciada na lesão.

Pode-se, entretanto, pensar uma série de variações terminando em uma determinada variação T1 ("modus operandi" indesejado ou acarretando risco), ou em uma variação Mi (desgaste de material ou funcionamento anormal de equipamento), ou ainda em uma variação MTi (condições hostis de trabalho, com risco potencial).

Com essa perspectiva o mesmo diagrama pode ser o argumento de análise dos quase acidentes e da maneira como são criados alguns focos de risco.

TABELA 5

REPRESENTAÇÃO DOS TIPOS DE LIGAÇÕES ENTRE COMPONENTES NO DIAGRAMA

	SEQUENCIA	DISJUNCAO	CONJUNCAO
DEFINICAO	Um antecedente (Y) tem uma unica causa direta (X)	Dois ou mais antecedentes (Y1,Y2) tem uma unica causa direta (X)	Um antecedente (Y) tem mais de uma causa direta (X1 e X2)
PROPRIEDADE	X e necessario e suficiente para a ocorrencia de Y	X e necessario e suficiente para a ocorrencia de Y1 e Y2	Cada um dos antecedentes X1 e X2 e necessario para a ocorrencia de Y e nenhum deles isoladamente e suficiente. Sua conjuncao e necessaria
REPRESENTACAO			

5.2 O Papel dos Antecedentes-Estado

Conforme foi definido anteriormente, os antecedentes-estado são estados de fato ou condições permanentes à situação de trabalho e seriam pesquisados, quanto ao seu papel, num segundo momento, após a descrição do mecanismo lógico de cada acidente em termos de variações.

Inexiste, entretanto, obstáculo teórico à consideração imediata dos antecedentes-estado no momento da construção do diagrama do acidente, podendo-se entender essa possibilidade como um meio de completá-lo.

Entretanto, a consideração precoce dos antecedentes-estado tem, do ponto de vista de pesquisa dos fatos de acidentes, interesse limitado.

A construção de um diagrama que se pretenda completo passa pela necessidade de imaginar todos os meios que teriam sido necessários para que o

acidente não ocorresse, ou seja, procurar simultânea e implicitamente os meios possíveis de prevenção.

Não é raro ser mais eficaz buscar o "por que não havia" do que debruçar-se sobre o fato de que "não havia".

É preferível pois considerar os antecedentes-estado ao proceder-se à interpretação dos eventos que desencadearam o acidente, a bem da acuidade do método na determinação dos fatores que lhe são pertinentes.

V

II ESTUDO DE CASO. INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTE EM MINA SUBTERRÂNEA DE CARVÃO.

1. O Relatório

1.1 Considerações Iniciais

O acidente objeto do presente relatório, que redundou na morte de dois trabalhadores, ocorreu em 1989 em uma unidade mineira localizada ao sul do estado de Santa Catarina.

A mina de carvão, local do acidente, é uma mina de encosta com acesso ao subsolo através de dois planos inclinados, cujo método de lavra é o de câmaras e pilares, utilizando dois conjuntos semi-mecanizados com carregadeiras tipo bob-cat e transporte por correia.

O acidente ocorreu logo após o arrombamento de uma galeria, o que implicou a ligação desta com um setor antigo da mina, que se encontrava desativado desde 1985.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivos Gerais

1.2.1.1 investigar o acidente ocorrido;

1.2.1.2 gerar os elementos de análise necessários à proposição de medidas preventivas para as situações que determinaram o acidente.

1.2.2 Objetivos Específicos

1.2.2.1 conhecer a empresa e os procedimentos usuais nas operações realizadas quando do acidente;

1.2.2.2 determinar os riscos presentes nas operações realizadas;

1.2.2.3 conhecer as normas de segurança da empresa;

1.2.2.4 avaliar os danos ocorridos e descrever o acidente;

1.2.2.5 avaliar a política de segurança da empresa;

1.2.2.6 discutir as causas diretas e indiretas que culminaram no acidente.

1.3 Metodologia Adotada na Investigação

As informações que constituem a base deste relatório foram obtidas através de:

1. visita ao local do acidente;

2. contatos com a Subdelegacia Regional do Trabalho do Município;

3. contatos com a representação local do Departamento Nacional da Produção Mineral;

4. contatos com o comandante do Corpo de Bombeiros do Município, que coordenou a operação de resgate dos corpos das duas vítimas;

5. reuniões com técnicos da mina;

6. reuniões com a administração da empresa;

7. depoimentos de trabalhadores que vivenciaram o acidente;

8. estudo das normas de segurança da empresa;

9. reuniões com o Sindicato dos Mineiros local;

10. Pesquisa Bibliográfica.

1.4 Discussão do Acidente

1.4.1 As Vítimas

1.4.1.1 Nome: J.S.

Data de nascimento: 23 de março de 1953

Função: furador de frente

Data de admissão: 07 de outubro de 1985

1.4.1.2 Nome: Z.H.F.

Data de nascimento: 30 de março de 1959

Função: operador de bob-cat (*)

Data de admissão: 09 de dezembro de 1982

(*) Nessa função a partir de 01 de maio de 1984, até essa data trabalhava como servente de subsolo.

1.4.2. O Local do acidente

O acidente ocorreu após a operação de desmonte da galeria nº 05 do painel SW7 que culminou no seu arrombamento, estabelecendo a comunicação entre esta e um setor desativado da mina, cujo desenvolvimento se dera há cerca de cinco (05) anos da data do ocorrido. Quando do acidente ainda se realizava a limpeza do carvão desmontado, o que era feito com duas carregadeiras Bob-Cat.

A área onde ocorrera o arrombamento, portanto, ainda não havia sido escorada, sendo que isso deveria ocorrer após a limpeza.

No conjunto semi-mecanizado, que operava naquela área, era do conhecimento geral que o arrombamento daquela galeria era iminente. As informações colhidas junto ao Escritório do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) do município, foram que a área onde o acidente ocorreu não existia legalmente, uma vez que não constava do Planejamento Anual de Lavra (PAL) e tampouco do Relatório Anual de Lavra (RAL), documentos esses encaminhados anualmente pelas empresas mineradoras àquele órgão. Segundo

os técnicos do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), a lavra do painel SE7 deveria ter se encerrado antes de passar sob o leito do rio existente sobre a mina, fato esse que ocorreu e teve implicações nas condições que geraram o acidente.

A dimensão reduzida do corpo técnico da representação do DNPM no município faz com que as vistorias realizadas nas instalações subterrâneas das empresas mineradoras da região sigam alguns critérios, sendo inviável uma avaliação pormenorizada de cada mina.

Assim, nas vistorias são avaliadas alguns aspectos de maior importância, sendo visitados alguns setores da mina.

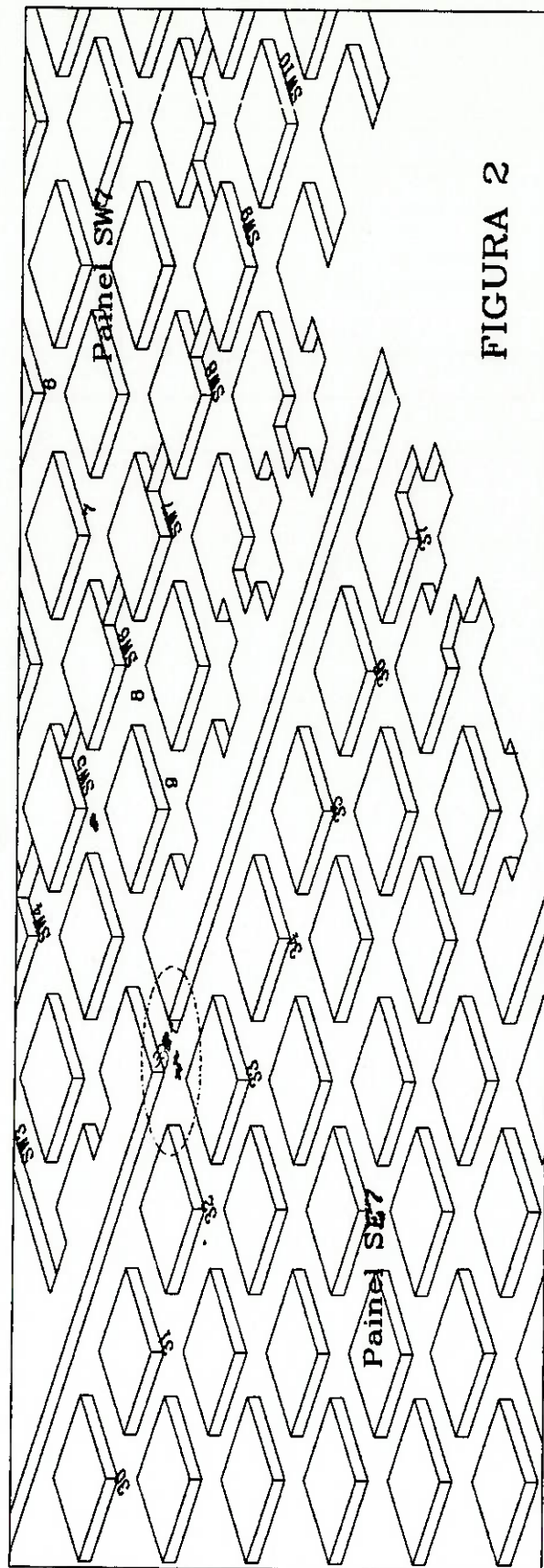
A grande dinamicidade da lavra e a impossibilidade de uma fiscalização mais amíuê e detalhada, fez com que fosse possível a lavra clandestina daquela área.

1.4.3 O Acidente

Das vítimas, o primeiro a entrar no local do acidente foi J.S. (furador de frente), que passou pela rafa (carvão desmontado), adentrou à área desativada da mina, recuou e caiu desfalecido a dois ou três metros de uma carregadeira bob-cat que ali trabalhava. Sua queda ocorreu, portanto, quase que sob a área de arrombamento, região na qual o teto estava ainda sem escoramento, limítrofe entre as áreas onde a lavra vinha sendo desenvolvida e aquela desativada em 1985.

Um dos operadores de bob-cat que ali trabalhava, Z.H.F., ao ver o furador de frente desfalecido próximo à rafa, desceu de sua máquina e correu em auxílio de seu companheiro. Ao tentar levantá-lo não teve sucesso, possivelmente debilitado pelos efeitos da atmosfera carregada do local e considerando ainda que o furador de frente era um homem de grande estatura, pesando além de 100 (cem) kg.

A seguir, Z.H.F. recuou e foi chamar pelo segundo operador de bob-cat presente na galeria nº 05, para que este o auxiliasse no resgate do furador de frente. Ao se acercarem deste, o segundo operador de bob-cat sentiu quase que de imediato os efeitos dos contaminantes e/ou da ausência de oxigênio no local e



caiu. Conseguindo se arrastar, recuou para a galeria nº 05 indo em busca de outros companheiros para auxiliá-los no resgate. Nesse ínterim, o furador de frente com o auxílio do primeiro operador de bob-cat a tentar socorrê-lo conseguiria levantar-se e, desorientado pela exposição à atmosfera insalubre de onde se encontrava, adentrara ainda mais ao setor desativado da mina, arrastando consigo o operador de bob-cat que em vão tentava dirigi-lo para o sentido contrário.

Essa versão se justifica pelo fato do segundo operador de bob-cat, ao retornar ao local, ter encontrado os dois cerca de 02(dois) metros além da posição onde os deixara anteriormente.

Seguiram-se então, desesperadas tentativas de resgate envolvendo outros trabalhadores e o encarregado do turno que utilizando um ventilador auxiliar e mangotes tentou jogar ar, já tardiamente, em direção aos corpos das duas vítimas.

Segundo os depoimentos de trabalhadores envolvidos nos fatos acima relatados, diversos deles acusaram fisicamente a insalubridade da atmosfera no local, cabendo salientar que a posição de onde as vítimas foram posteriormente resgatadas, distava cerca de 04(quatro) metros do local onde as carregadeiras bob-cats realizavam a limpeza do carvão desmontado.

A recuperação dos corpos das vítimas foi realizada pelo Corpo de Bombeiros do Município, mediante uso de máscaras autônomas, sendo a operação coordenada pessoalmente pelo comandante daquela corporação.

1.4.4 Operações Realizadas que Antecederam o Acidente

Os acontecimentos que redundaram na morte dos dois trabalhadores ocorreram no turno de trabalho que se desenvolve das 04:00 horas às 10:00 horas. Segundo depoimento do encarregado do turno, o acidente ocorreu durante o segundo ciclo de operações realizado na galeria SW5. A primeira furação fora realizada pelo mesmo trabalhador que viria à ser uma das vítimas fatais e o resultado do desmonte não havia sido o esperado, ficando parte da seção ainda presa ao teto.

Concluídas as operações desse primeiro ciclo, o furador de frente retornou ao local e, no intuito de corrigir a primeira furação e/ou logo promover o arrombamento da galeria SW5, que se sabia iminente, realizou nova furação. Foi essa furação que fez com que, após o desmonte, fosse estabelecida comunicação entre a galeria SW5 e o setor desativado da mina.

Efetuada o desmonte, procedeu-se à ventilação da galeria posicionando-se uma das bob-cats na primeira travessa, com a intenção de desviar parte do fluxo de ar que ali havia para o fundo da galeria SW5. Para que fossem retomados os trabalhos em uma frente de lavra recém-desmontada não existia um intervalo de tempo padrão ou pré-determinado, esperando-se que houvesse a impressão visual da dissipação dos gases e assentamento da poeira.

Os trabalhos foram reiniciados com a promoção da limpeza da frente e transporte do carvão até as calhas de arraste pelas duas bob-cats que faziam parte daquele conjunto operacional.

A área que vimos chamando "setor desativado" da mina, onde os dois trabalhadores encontraram a morte, se situa no painel SE7, que foi desenvolvido antes de 1985, chegando a altura da galeria SW10 do painel SW7, conforme sugere a ilustração a seguir.

Após os trabalhos de desenvolvimento do painel SE7, que o levou até sua 37 (trigésima sétima) travessa, efetuou-se nesse painel o trabalho de recuperação de pilares, que foi levado a cabo da altura da travessa 20(vinte) até a travessa 04(quatro), não atingindo os pilares que se situam sob o leito do rio que corre na superfície acima dessa região da mina.

Ao todo foram lavradas 17(dezessete) fileiras de 08(oito) pilares. Na travessa 21 (vinte e um) foram recuperados três pilares, ficando para trás, nessa recuperação, cerca de 15 (quinze) fileiras de pilares.

O painel SE7 é em active, com a cota da lapa da camada de carvão aumentando à medida que se avizinhava do painel SW7.

Durante a lavra em recuo que foi iniciada na travessa 21 (vinte e um) do painel SE7, a utilização de explosivos implicou a geração de alguns

contaminantes atmosféricos, entre os quais é importante citar o NO, NO², CO e CO².

A alta temperatura da geração desses gases e a inclinação do painel SE7 são fatores que podem ter levado significativa fração dos contaminantes gerados na detonação dos pilares a migrarem para a extremidade do painel, ficando lá represados. O volume de gases envolvido nesse processo é impossível de ser quantificado mercê da multiplicidade de parâmetros que lhe são pertinentes, entre os quais podemos citar: tipo de explosivo utilizado no desmonte dos pilares, forma de iniciação e tipo de tamponamento, número de fileiras de pilares recuperados antes de ocorrer abatimento do teto na retração, volume de contaminantes gerados por detonação e sistema de ventilação usado na lavra dos pilares.

Entre os contaminantes anteriormente mencionados, o monóxido de carbono é o que apresenta maior toxicidade e tem como agravante o fato de ser menos denso que o ar, que o leva a ocupar as porções mais altas do espaço físico onde se encontra.

No caso da detonação, a elevada temperatura na qual ele é formado facilita essa tendência natural do gás se acumular nas regiões mais altas do espaço existente.

Quando a recuperação dos pilares somou um determinado número de fileiras, o teto sobre os pilares recuperados se abateu, fazendo com que a área extrema do painel SE7 ficasse isolada, aprisionando os contaminantes ali presentes que haviam deslocado fração do ar daquele espaço.

A constituição da cobertura daquela região, basicamente de cascalho e argila, o fato da superfície ser um alagadiço, com o leito do rio ali existente ter caráter errante por sobre a mina, implicaram, após os abatimentos de teto ocorridos onde se teve a recuperação dos pilares, a criação das condições para que houvesse uma vedação total do painel, impossibilitando a mobilização da atmosfera contaminada da sua porção final.

1.4.5 Determinação dos riscos envolvidos

As características físicas da região onde ocorreu o acidente implicavam uma série de riscos. Nos atermos àqueles gerados pelos contaminantes atmosféricos, uma vez que sua relação com o acidente é imediata.

Embora houvesse sido promovido o arrombamento da galeria SW5, do painel SW7, esta galeria, na sua extremidade, se comportava como um "fundo de saco", pois o setor desativado da mina ao qual foi estabelecido acesso não tinha qualquer outra comunicação.

Assim, a atmosfera nesse local era inadequada à respiração humana e pelas características do processo produtivo utilizado, podemos inferir os principais contaminantes ali presentes.

1.4.5.1. - O dióxido de carbono

O dióxido de carbono é um gás incolor, inodoro e incombustível, que pode ter um gosto ácido quando presente em altas concentrações. É mais pesado que o ar, sendo detectado normalmente em locais baixos, próximos ao piso da mina. Embora seja um componente do ar normal da mina (0,03%), o dióxido de carbono é mais frequentemente encontrado em áreas abandonadas e/ou não ventiladas da mina.

Consequentemente, deve ser tomado extremo cuidado quando a lavra adentrar essas áreas que são inacessíveis para inspeção prévia. A solução ideal seria a utilização de técnicas de monitoramento remoto antes de se promover o contato com essas áreas. As fontes de dióxido de carbono em subsolo incluem a camada de carvão, oxidação, incêndios e explosões, detonações e o processo de respiração humana.

O incremento da concentração do dióxido de carbono implica um aumento da ventilação pulmonar. Um indivíduo exposto a uma concentração de 0,5% de dióxido de carbono irá respirar de forma um pouco mais profunda e acelerada que se estivesse respirando ar normal. Em uma concentração de 3% a ventilação pulmonar é dobrada e a 5% de dióxido de carbono no ambiente, a ventilação pulmonar tem um aumento de 300%. Uma concentração de 10% pode ser tolerada somente por poucos minutos mesmo que a mistura gasosa inalada contenha 18,9% de oxigênio, como o ar atmosférico normal.

1.4.5.2. - Os Óxidos de Nitrogênio

O nitrogênio, na forma que aparece na composição do ar, é fisiologicamente inerte, no entanto, sob determinadas condições ele irá formar diversos óxidos, alguns dos quais extremamente tóxicos.

Os mais comuns são o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio. Os óxidos de nitrogênio são gerados em subsolo durante as detonações e pelo funcionamento de motores de combustão interna. O óxido nítrico é rapidamente oxidado a dióxido de nitrogênio na presença de umidade e ar e, em função disso, raramente se encontra quantidades significativas desse gás em subsolo.

O dióxido de nitrogênio não é apenas o mais comum entre os dois óxidos, mas também o mais tóxico. Os óxidos tóxicos de nitrogênio reagem com a umidade para formar ácido nítrico e nitroso. Dessa forma, quantidades relativamente pequenas desses gases podem redundar em morte pela sua combinação com a umidade dos pulmões e corrosão das vias respiratórias.

A morte pela exposição aos óxidos de nitrogênio pode ocorrer de forma muito rápida, se o nível de exposição for muito alto, ou pode ocorrer vários dias mais tarde como resultado de edema pulmonar (água nos pulmões) ou mesmo semanas mais tarde provocada por uma pneumonia infecciosa.

A tabela a seguir lista os efeitos fisiológicos decorrentes de algumas concentrações:

Concentração (em ppm)	Efeito
4	Atual limite de tolerância da legislação brasileira, para até 48h. semanais de exposição.
60	Mínima quantidade capaz de causar irritação imediata da garganta.
100	Mínima quantidade capaz de causar tosse.
100-150	Apresenta risco mesmo para curtas exposições.
200-700	Leva à morte rapidamente.

1.4.5.3. - O Monóxido de Carbono

Classificado como asfixiante químico, o monóxido de carbono é um dos agentes tóxicos mais frequentemente encontrados e sua presença no ambiente constitui um sério risco à saúde do homem. É também um dos mais importantes agentes químicos produzidos pela atividade humana.

Trata-se de um gás incolor, inodoro, insípido e não irritante. Sua densidade é de 0,967 (densidade do ar= 1).

No Brasil, o limite de tolerância para o monóxido de carbono, para jornadas de 48 (quarenta e oito) horas semanais em ambientes de trabalho, foi fixado pela Norma Regulamentadora nº 15 (Portaria 3.214, MTb, de 8 de junho de 1978) em 39 ppm ou 43 mg/m³.

A principal ação tóxica do monóxido de carbono (CO) está relacionada com as suas propriedades de combinação com a hemoglobina, hemoproteína

responsável pelo transporte do oxigênio dos pulmões aos tecidos. A molécula resultante da ligação da hemoglobina com o monóxido de carbono, dá-se o nome de carboxiemoglobina. Como a afinidade do monóxido com a hemoglobina é maior que a do oxigênio, a formação da carboxiemoglobina inibe a ligação da hemoglobina com o oxigênio.

A inexistência do transporte do oxigênio aos tecidos caracteriza a asfixia provocada pelo monóxido de carbono.

A exposição continuada a ambientes que contém o monóxido de carbono pode provocar os seguintes sintomas:

- diminuição da discriminação visual,
- redução da capacidade psicomotora,
- redução da capacidade da percepção visual,
- comprometimento da capacidade de aprendizagem,
- tontura e sonolência,
- aumento do ritmo cardíaco,
- enjôo e vômito,
- inconsciência e
- morte.

Nos casos de intoxicação grave decorrente da exposição de curta duração, a recuperação pode ser total. Se o contato com o gás for prolongado, poderá haver danos permanentes no cérebro, causados pela carência de oxigênio.

Vários fatores irão condicionar os níveis de carboxiemoglobina atingidos durante a exposição ao monóxido de carbono. Entre eles: pressões parciais do monóxido de carbono e do oxigênio no ambiente, tipo de atividade física (que condiciona o ritmo respiratório), tempo de exposição, pressão barométrica, vício de fumar, nível prévio de monóxido de carbono no organismo, etc.

No quadro a seguir estão listadas as relações aproximadas entre a concentração de monóxido de carbono no ambiente, a porcentagem de carboxiemoglobina no sangue e os sintomas característicos.

Concentração ambiental (em ppm)	Concentração de carboxiemoglobina (em %)	Sintomas característicos
50	07	leve dor de cabeça
100	12	dor de cabeça e tontura
250	25	tontura e intensa dor de cabeça
500	45	enjôo e vômito
1.000	69	inconsciência e coma
10.000	95	morte

As avaliações das concentrações de monóxido de carbono gerado pela detonação de explosivos são complexas, pois, o volume de monóxido de carbono formado não é função somente da composição química do explosivo, mas também do grau de confinamento, do ordenamento dos tiros, da fração explosiva

efetivamente detonada e da forma de iniciação adotada. Na figura 03, através de gráficos, apresentamos a relação entre o nível de saturação do sangue em porcentagem de carboxiemoglobina e o tempo de exposição para algumas concentrações de monóxido de carbono no ambiente. Apresentamos, também, a relação entre o tempo de exposição e a concentração ambiental de monóxido de carbono, com indicações dos sintomas correlatos, na figura 04.

1.4.5.4. - A Concentração do Oxigênio no Ambiente e Efeitos na Saúde.

Os processos pelos quais se tem a redução do teor de oxigênio no ar da mina estão muitas vezes associados à presença de outros gases. Esses processos incluem a diluição do oxigênio pelos outros gases, a oxidação em alta temperatura, como os motores de combustão interna, chamas abertas e a oxidação em baixas temperaturas de madeiramentos e minerais. A liberação de gases como o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO²) está normalmente associada à oxidação. Os efeitos fisiológicos da exposição a um ambiente com baixo teor de oxigênio irá variar de indivíduo para indivíduo, e com a duração da exposição. No entanto, os efeitos listados a seguir, em função da concentração do oxigênio no ar, têm sido observado.

(%) oxigênio no ar	Efeito observado
17	Respiração profunda e mais rápida que o normal
15	Vertigens, tonturas, zumbido nos ouvidos e batimento cardíaco acelerado
13	Perda de consciência em exposições prolongadas.
07	A vida está em risco.
06	Movimentos convulsivos e morte.

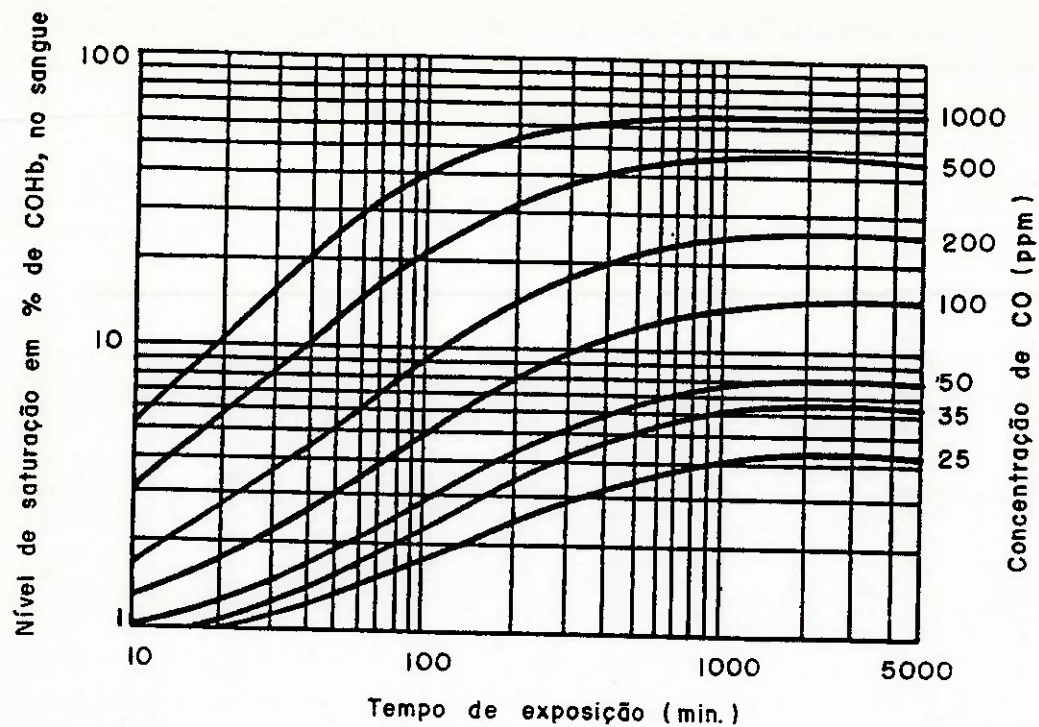


FIGURA 3

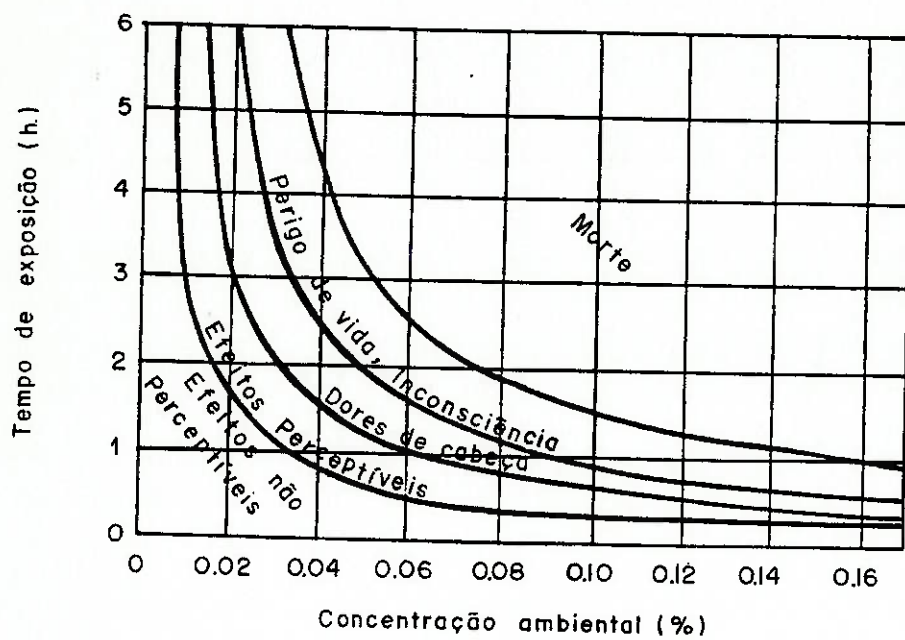


FIGURA 4

1.5 Mineração Subterrânea de Carvão e a Política de Segurança da Empresa

1.5.1. - A Mineração Subterrânea de Carvão

O trabalho em minas subterrâneas de carvão deve ser estudado de forma diferenciada. Fatores como ambiente físico, o processo produtivo e a organização do trabalho constituem fontes potenciais de risco à integridade do trabalhador.

A mineração de carvão se diferencia em razão do caráter extremamente dinâmico de seu processo produtivo, que modifica as frentes de trabalho a cada ciclo de operação, expondo seus trabalhadores a situações novas com grande frequência. Como consequência, as condições do ambiente de trabalho são extremamente adversas, com iluminação artificial em geral precária e ventilação forçada e nem sempre adequada ao trabalho humano. O confinamento natural dos locais de trabalho, cujo piso é, em geral, escorregadio e irregular, torna mais crítica a presença do calor, da umidade, de poeiras, ruído e gases, estes gerados sistematicamente pela utilização de explosivos no desmonte do carvão em subsolo. Entre todos os riscos presentes, os caimentos de teto ocupam lugar de destaque pela gravidade dos acidentes por eles causados. A imprescindível estabilidade da escavação impõe a necessidade do escoamento das galerias, seja feito com jogos de madeira ou parafusos de teto, o que rebaixa ainda mais a já limitada altura das vias subterrâneas, imposta pela espessura das camadas de carvão e por condicionantes de ordem econômica.

Face ao exposto, é fundamental que o processo produtivo se faça acompanhar de todos os procedimentos de segurança, possibilitando às equipes de trabalho o enfrentamento de situações de risco de forma correta, sem pânico ou negligência.

O método de lavra aplicado na mina local do acidente é o de "Pilar e salão", utilizado normalmente em jazimentos tabulares, onde se tem duas etapas distintas. A primeira etapa desse método de lavra consiste basicamente no desenvolvimento de painéis de lavra, a partir de galerias principais que, no caso particular da mina aqui tratada, se constituem no acesso à mina, por tratar-se de uma mina de encosta.

Esses painéis são formados por galerias paralelas, interligadas por travessas (galerias perpendiculares ao eixo do painel) a distâncias pré-determinadas, que são definidas pela dimensão necessária do pilar que assim é formado.

A segunda etapa consiste na chamada "Recuperação de pilares" ou lavra em retração. Nessa etapa os pilares são minerados parcialmente, recuperando-se determinada fração do minério ali contido, sendo que esse processo de recuperação caminha em sentido contrário ao do desenvolvimento do painel.

Segundo o grau de mecanização, as minas carboníferas são classificadas em minas mecanizadas, semi-mecanizadas e manuais. No caso em questão, o interesse recai sobre as minas semi-mecanizadas. Esse tipo de mina opera os chamados "conjuntos bob-cat", que são pequenas carregadeiras que se incumbem da limpeza da frente e do transporte do carvão desmontado até as calhas de arraste. Essas calhas levam o carvão até a correia transportadora que, por sua vez, carregam o carvão até a superfície.

Cada um dos conjuntos de produção é composto por pouco mais de 20 trabalhadores, que são responsáveis por cada ciclo de operação que compõe a mineração dos painéis. Cada ciclo é composto pelas operações seguintes:

- a) perfuração de frente;
- b) carregamento dos furos com explosivo e desmonte;

c) limpeza de frente e transporte do carvão desmontado e

d) furação de teto e escoramento.

Desta forma, na constituição das equipes que formam cada conjunto, se define o modo de organização do trabalho adotado nesse tipo de carbonífera de subsolo, onde as tarefas são parceladas e os trabalhadores se especializam nas operações que executam. O controle das tarefas é atribuição dos encarregados de turno da mina.

1.5.3 A Empresa

A unidade mineira local do acidente pertence à Companhia Carbonífera Coal S/A, empresa do Grupo Mining que além da mineração tem atividades em outros setores industriais.

Quando ocorreu o acidente, respondia pela unidade mineira em questão o Sr. L.R.S., titular da Divisão de Mineração daquela unidade de produção, que será doravante referido como Chefe da Mina.

A Divisão de Mineração subordinava a si três setores: setor de produção, setor de manutenção mecânica e setor de manutenção elétrica, sendo que a mina operava em função dos seguintes turnos de trabalho:

04:00h - 10:00h turno de produção

10:00 - 16:00h turno de produção

16:00 - 22:00h turno de manutenção

22:00 - 04:00h turno de produção

O Setor de Produção era composto por dois conjuntos semi-mecanizados, com carregadeiras tipo bob-cat, sendo que cada um desses conjuntos possuía um encarregado, elemento este responsável pelo controle da produção. Segundo informações do Chefe da Mina, a composição de um conjunto semi-mecanizado era a seguinte:

01 encarregado

01 mecânico

01 eletricista

04 furadores de frente

02 detonadores

02 furadores de teto

02 ajudantes de furadores de teto

02 calheiros

03 cabistas e

07 operadores de bob-cat

Assim cada equipe era composta por 25 (vinte e cinco) trabalhadores, fazendo com que, em cada turno de produção, a mina contasse com cerca de 60(sessenta) trabalhadores em subsolo. No turno de manutenção o contingente era maior, ultrapassando uma centena de homens.

Ao todo, somando-se os três turnos de produção e o turno de manutenção, existiram além de 250 (duzentos e cinquenta) trabalhadores naquela Unidade Mineira.

1.5.3.1 A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes era composta, por ocasião do acidente, por 08(oito) pessoas, sendo 04 (quatro) eleitos pelos trabalhadores e os demais indicados pelo empregador.

Respondia pela presidência da comissão o Chefe da Mina.

1.5.3.2 O Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT

O Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho da Mina era, à época do acidente, integrado por um médico que se fazia presente em

horário parcial e quatro técnicos de segurança, se ocupando cada técnico de um turno de trabalho.

As informações obtidas na empresa deram conta que o engenheiro de segurança que compunha a equipe do Serviço Especializado se desligara da empresa em março de 1989.

Desde essa data, à guiza de atender as disposições legais, o engenheiro chefe da Diretoria Operacional da empresa vinha acumulando o cargo, uma vez que possuía registro no Ministério do Trabalho como engenheiro de segurança. Do ponto de vista formal tudo se passava como se efetivamente fosse membro integrante do SESMT, embora estivesse lotado no escritório central da companhia, distante algumas dezenas de quilômetros da unidade de mineração em tela.

Dessa maneira, a situação da empresa face ao prescrito na Portaria 3214, em sua Norma Regulamentadora nº 04 era irregular quando ocorreu o acidente. Embora documentalmente, a empresa atendesse as disposições legais, a irregularidade havia pois o profissional que respondia como engenheiro do SESMT não o fazia com exclusividade, tendo outras atribuições na empresa. Pode-se inferir que em função de suas atribuições como Diretor Operacional e distante do local real de trabalho da equipe do SESMT, esse engenheiro não exercesse na plenitude suas funções como engenheiro de segurança na mina.

Devido a sua importância no acidente, deve-se ressaltar parte do organograma da empresa onde constam duas diretorias: Diretoria Operacional e Diretoria Administrativa.

À Diretoria Operacional estão ligadas as unidades de mineração como aquela aqui referida. À Diretoria Administrativa estão ligados diversos outros departamentos, entre eles o Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho. Inexistia um canal direto de comunicação entre o SESMT e os responsáveis pelo planejamento operacional das unidades de mineração, caracterizando assim o perfil marginal da segurança e saúde do trabalhador, na empresa, em relação aos seus setores produtivos.

1.5.3.3 As Normas de Segurança da Empresa

Durante a investigação do acidente, coletamos junto à empresa o "Manual de Segurança e Medicina do Trabalho" do Grupo Mining, grupo empresarial proprietário da Carbonífera Coal. Desse manual extraímos o que se referia à mineração e o transcrevemos a seguir:

"23 - Normas para prevenção de acidentes no subsolo.

A maior incidência de acidentes em nossa empresa, se dá no subsolo. Isso deve-se às condições do ambiente, bem como pelo fato de termos a maior concentração de funcionários exercendo suas atividades no subsolo.

Devemos, portanto, nos conscientizarmos das normas e regras de prevenção de acidentes, as quais serão muito benéficas na preservação de nossa segurança.

23.1. - Recomendações

- Ficar atento. Normalmente os acessórios de escoramento, o teto e as laterais das galerias darão sinais de possível caimento;
- Respeitar as orientações de seu encarregado ou supervisor de segurança;
- Respeitar e zelar pelas sinalizações, como lâmpadas vermelhas, placas, etc.
- Comunicar seu encarregado quando constatar qualquer irregularidade, e procure-o em caso de dúvidas;
- Nunca brincar, correr ou gritar sem necessidade;
- Cuidar de seu equipamento, mantendo-o em boas condições, para que o mesmo não ofereça risco de acidentes;

- Manter a calma em caso de acidente;
- Não transitar sob áreas não escoradas;
- Usar EPI obrigatórios para cada função;
- Não fumar no subsolo;
- Não danificar tapumes ou portões de ventilação sem ordem do encarregado;
- Em caso de incêndio no subsolo, retirar imediatamente o explosivo e acessórios das proximidades da ocorrência, sob orientação do encarregado ou supervisor de segurança;
- Não transitar por galerias que não sejam destinadas ao tráfego de pessoas, salvo quando autorizados por seus superiores;
- Evitar andar sozinho pela mina sem necessidade;
- Denunciar qualquer pessoa que esteja trabalhando embriagada ou cometendo atos que atentem contra a segurança;
- Não realizar qualquer tipo de trabalho para o qual não tenha autorização ou a devida instrução;

23.2. - Normas Específicas por Serviço ou Função no Subsolo

23.2.1. - Furação de Teto e Escoramento

23.2.1.1. - Furador de Teto

- Antes de iniciar a furação, observar se as pranchas anteriores estão bem colocadas e apertadas;
- Efetuar os retoques de teto, laterais e frente de galerias, no caso de dúvidas consultar seu encarregado;
- Orientar e fiscalizar o trabalho do ajudante;

23.2.1.2. - Ajudante de Furador de Teto

- Comunicar o furador e encarregado quando constatar mal assentamento das pranchas, parafusos frouxos ou más condições da chave de aperto.

23.2.2. - Furação de Frentes

23.2.2.1.- Furador de Frente

- Antes de iniciar a furação, verificar o escoramento, e se o teto, laterais e a frente da galeria estão bem retocadas;
- Verificar se há furos carregados na frente a ser furada;
- Não aproveitar um furo anterior para "embocação", poderá haver sobra de explosivo ("fogo falhado") e detonar ao ser atingido pela broca;
- Não é permitido a furação, ao mesmo tempo, de teto e frente na mesma galeria.

23.2.3. - Manutenção Mecânica/Elétrica

Além das normas que devem ser observadas na manutenção da superfície devemos:

- Procurar fazer a manutenção dos equipamentos em lugar seguro;
- Na utilização de máquinas elétricas (solda, furadeira), manter os cabos ancorados e fora d'água;
- Quando o eletricitista solicitar que seja desligada a chave de comando na superfície, confirmar com cuidado se foi desligada a chave correta;
- Manter as caixas de comando elétrico em lugares secos e seguros;
- Não depositar materiais no interior ou sobre centros de força e/ou cubículos;
- Manter as chaves de alta tensão e transformadores sinalizados e iluminados.

23.2.4. - Bombeiros

- Observar as condições de segurança dos acessos às bombas, bem como as condições de teto e laterais das galerias onde as mesmas estiverem instaladas;
- As caixas de comando de bombas deverão estar sempre em locais secos e bem protegidos;
- Quando as bombas apresentarem problemas de funcionamento, comunicar o eletricitista ou mecânico da área;
- Em caso de inundação repentina na área da bomba, desligar a bomba e comunicar o encarregado.

23.2.5. - Operador de Bob-cat

- Não transportar pessoas ou explosivos na caçamba da máquina;

- Não abrir os portões de ventilação com a caçamba da máquina;
- Ao encontrar explosivos entre o material desmontado não forçar a caçamba sobre o mesmo e comunicar ao encarregado;
- Nunca tentar derrubar pedras do teto com a caçamba;
- No aviso sobre detonações, buscar lugar seguro juntamente com a máquina;
- Não movimentar, a máquina com o farol apagado.

23.2.6. - Cabista

- Não manipular o cabo sem luva de borracha, ou com a mesma furada;
- Verificar as condições das laterais das galerias, e se necessário fazer os retoques;
- Estar sempre atento aos movimentos da máquina;
- Retirar pedras soltas da lapa, para evitar acidentes;
- Não forçar o cabo, caso fique preso em pedras ou sob a máquina;
- Se a máquina passar sobre o cabo, verificar se não o danificou.

23.2.6.1. - Operação de bob-cat diesel

Além de de obedecer aos itens referentes à bob-cat elétrica, os operadores deverão:

- Não trabalhar em locais com razoável ventilação;
- Para subir à máquina à superfície comunicar o guincheiro e apoiar a caçamba no piso do elevador.

24. - Ventilação

A ventilação numa mina, tem por finalidade assegurar o ar puro criando condições de trabalho, além da prevenção de explosões em consequência da acumulação de gases.

Para isso utilizamos alguns recursos com a instalação de exaustores auxiliados por tapumes, os quais direcionam o fluxo de ventilação.

Com isso temos a obrigação de nos conscientizar que é fundamental a prevenção dos tapumes e portões de ventilação, estes danificados não poderão cumprir tão importante missão de impedir que o ar contaminado prejudique o fluxo de ar puro. O ar contaminado provocará problemas respiratórios futuros, como a pneumoconiose.

24.1. - Medição de Ar e Gases Nocivos

Para termos uma maior segurança com relação a ventilação de uma mina, são feitas frequentes medições de ar e gases nocivos à saúde.

25. - Utilização de Explosivos e Acessórios

25.1. - Instruções Gerais

- a) Manter os depósitos trancados para evitar acesso a pessoas não qualificadas;
- b) Não deixar explosivos e acessórios soltos pelo chão, e não colocá-los no bolso ou sob a camisa;

c) Explosivos e acessórios devem ficar em depósitos individuais, separados por um pilar de segurança;

d) As condições de segurança, organização e limpeza dos depósitos, devem ser constantemente verificados;

e) Explosivos e acessórios mais velhos devem ser usados em primeiro lugar e só abrí-los no momento da utilização;

f) Sempre que forem verificadas irregularidades com explosivos e acessórios (exudação, alteração de cor, consistência, velocidade de queima, etc), o encarregado deve ser informado, juntando a etiqueta de identificação ao material alterado;

g) Em galerias com depósitos de explosivos e acessórios não deverão passar redes elétricas, de água ou ar comprimido;

h) Não arrastar, atirar, bater ou rolar, caixas com explosivos ou acessórios;

i) Tomar todo cuidado ao transitar com explosivos próximo a equipamentos, máquinas e redes elétricas;

j) Não andar em grupos ao transportar explosivos ou acessórios;

l) É proibido fazer depósito de explosivo e acessório improvisado.

25.1.2 - Escorvamento de explosivos

a) Usar perfurador de madeira no depósito de acessórios;

b) Quando for escorvar, apanhar o número de cartuchos necessários para uso imediato e levar até o depósito de acessórios para escorvamento;

c) Tomar cuidado para não bater com espoletas, nem atritá-las contra superfícies metálicas;

d) Nunca forçar uma espoleta e entrar no cartucho;

25.1.3 - Carregamento e Detonação de Frentes

a) Não iniciar o carregamento antes de concluída a furação;

b) Não forçar os cartuchos, especialmente as escorvas;

c) Usar espacetas de madeira ou plástico;

d) Não deixar as pontas dos estopins dentro d'água;

e) O detonador, após verificar se os acessos à zona de detonação estão desobstruídos e guarnecidos, só queimará os estopins com a presença de um ajudante;

f) Após queimados os estopins, o detonador não deve sob hipótese alguma, voltar ao local de detonação antes de confirmar o fim das explosões;

g) É proibido queimar 3 (três) ou mais frentes, dentro da mesma galeria, simultaneamente;

h) O detonador só poderá "queimar" uma frente com autorização do encarregado;

i) O detonador deve coibir qualquer tentativa de terceiros em praticar atos que comprometam o esquema de segurança;

j) O detonador deve contar as explosões. Havendo falhas, comunicar ao encarregado;

l) Se não houver falhas, após decorrido espaço de tempo que permita acesso com segurança, verificar o resultado da detonação;

m) É obrigatório que o detonador conte quantos explosivos e acessórios há nos depósitos, no início e fim de cada turno e também quanto foi consumido e abastecido.

26 - Transporte no Subsolo

26. 1 - Correias Transportadoras

a - Não fazer trabalho de desobstrução ou manutenção com a correia em movimento;

b - Não usá-la como meio de transporte;

c - Para atravessar de um lado para outro, não o fazer por cima da correia ou sob os cabeçotes. Usar as passarelas próprias;

d - Só limpar correias em movimento mediante uso de rodos especiais, de forma a permanecer protegido;

26.6 - Elevadores

a - Não é permitido acesso de pessoas estranhas ao local de operações dos guinchos;

b - O SESMT deve ser comunicado imediatamente sobre qualquer irregularidade que ponha em risco o bom funcionamento dos guinchos e elevadores;

c - O código de sinais deve ser rigorosamente obedecido, e são estes:

- . Emergência e parar: um toque curto
- . Subida de materiais: dois toques curtos
- . Descida de materiais: três toques curtos
- . Descida e subida de pessoal: quatro toques curtos
- . Descida do sinalizador no elevador: cinco toques curtos
- . Entrada do sinalizador no elevador: cinco toques curtos
- . Pedido de elevador: dois toques longos

d - Não transportar pessoas em quantidades maiores que o permitido pela empresa (25 pessoas);

e - Não é permitido o transporte de pessoas junto com materiais pesados, veículos, equipamentos, salvo os operadores ou motoristas dos mesmos, quando necessário;

f - Pessoas transportando explosivos subirão ou descerão sozinhas no elevador;

g - É proibido fumar nos elevadores;

h - Não entrar ou sair do elevador quando o mesmo estiver em movimento.

26.3 - Veículos Automotores

a - Não trafegar em veículo com farol apagado;

b - Não abrir portões de ventilação com o pára-choques do veículo;

c - O motorista deve observar com cuidado a altura do teto, correias ou quaisquer materiais ancorados acima do local de passagem;

d - Providenciar para que o extintor de incêndios esteja sempre em condições de uso;

e - Quando o veículo tiver que ir à superfície, o motorista deve entrar em contato com o guincheiro, antes de colocá-lo no elevador e quando dentro deve ficar desligado e com a marcha engatada;

f - É proibido o transporte de espoletas através de veículos automotores. As espoletas devem ser transportadas pelos detonadores;

g - Comunicar ao encarregado qualquer irregularidade com relação a segurança dos locais onde trafegam.

28 - Normas e ou Procedimentos dos Funcionários de Subsolo

a - Ao chegar na Unidade Mineira, ainda na superfície, se dirigir ao armário correspondente, mudar de roupa e pegar os EPI necessários para o trabalho;

b - Munir-se do crachá para aquisição de lanterna acoplada com bateria, certificar-se do seu bom estado de funcionamento e colocá-la corretamente no cinturão;

c - Em seguida, pegar o filtro de ar para a máscara junto ao SESMT;

d - Bater seu cartão de ponto e dirigir-se ao elevador ou plano inclinado. No caso de elevador verificar e respeitar a codificação dos sinais para usá-lo;

OBS: Nos procedimentos acima deve-se obedecer fila, evitando tumultos.

e - Deslocar-se para as frentes de serviços dentro do tempo estabelecido pela empresa;

f - Ao chegar à frente de serviço apresentar-se ao encarregado, receber com atenção suas orientações e dirigir-se ao seu local de trabalho;

g - No final da jornada de trabalho dirigir-se novamente à superfície;

h - Lavar as botas nos pontos determinados;

i - devolver lanterna no mesmo local onde a pegou;

j - Bater seu cartão de ponto e logo após tomar banho.

Lembre-se, nunca tomar banho antes de bater seu cartão de ponto.

OBS: Em todos estes procedimentos dever ser observadas as normas de segurança da empresa. Caso contrário, estarão sujeitos à punições que variam desde advertências verbais até a suspensão."

Entre as normas da empresa, encontramos ainda um expediente interno, exarado pela administração e destinado aos chefes de departamento, de divisão e seção das minas, encarregados e supervisores de segurança. O assunto de tal expediente é a definição de algumas normas para inspeção de mina, conforme o texto a seguir:

"I - Introdução

Conforme sugestão dos chefes de mina e dos supervisores, ficam estabelecidos os seguintes itens que devem ser verificados sempre, sem que haja prejuízo das demais observações que se fizerem necessárias.

II - No Transporte

1 - Lotação: Verificar se a lotação é adequada à capacidade do veículo.

2 - Condições de segurança: Verificar se o veículo de transporte tem as condições de segurança necessárias ao transporte.

3 - Comportamento do pessoal: Cuidar para que o pessoal se comporte adequadamente, advertindo aos que saírem do comportamento normal. Evitar brincadeiras que possam causar problemas, a falta de higiene e depredação.

4 - Horário: Verificar se o pessoal está saindo e chegando nas frentes no horário e informar ao chefe de seção ou engenheiro qualquer anomalia.

III - Nos Vestiários

1 - Comportamento do pessoal: idem item II-3

2 - Higiene: Verificar se o banheiro está limpo e em condições de uso.

3 - Manutenção: Verificar se as torneiras, descargas e chuveiros estão funcionando normalmente.

IV - Na Descida de Pessoal

1 - Guinchos: Verificar com o guincheiro como estão funcionando os freios, testar os sinais e verificar as condições mecânicas e elétricas do guincho.

2 - Gaiola ou Malvina: Verificar as condições do cabos, dos mordentes, dos freios de emergência, das roldanas e da gaiola ou malvina. Observar se existem as placas indicativas necessárias e se estão em bom estado de conservação. Verificar se não há vazamento de água evitáveis atingindo a gaiola.

3 - Comportamento do Pessoal: Fiscalizar e organizar as filas de descida de pessoal, impedir que haja excesso ou falta de pessoal em cada viagem da gaiola ou malvina, verificar se todo o pessoal que desce a mina, está com os equipamentos de proteção individual, e se for o caso as lanternas. Impedir a descida de qualquer pessoa com suspeita de embriaguez ou sem condições de trabalho.

V - Galerias de Trânsito de Pessoal e Veículos

1 - Teto: Verificar se as galerias (inclusive plano) estão escoradas adequadamente e se não existem locais com risco de caimentos.

2 - Passarelas: Verificar se as passarelas estão bem localizadas e se estão em condições de uso.

3 - Limpeza e Segurança: Verificar se os locais de trânsito de pessoal estão livre e em condições de segurança, drenados e sinalizados adequadamente; se os extintores de incêndio estão nos locais previstos e em condições de uso.

4 - Se os veículos que transportam, explosivos não estão levando nenhum outro material.

5 - Comunicar quando houver materiais que devam ser recolhidos (ou estocados adequadamente).

VI - Ventilação e Equipamentos

A cada dia, um dos supervisores, a ser indicado, por escala, pelo encarregado da segurança, percorrerá as galerias de entrada e saída da ventilação, verificando:

1 - Condições das galerias: Verificar se estão desimpedidas de materiais que possam dificultar o percurso do ar, se o teto não apresenta perigo de caimentos e se não há caimentos.

2 - Ventiladores: Verificar os exaustores principais e secundários observando seu estado de conservação, funcionamento e se está colocado adequadamente e com as proteções necessárias.

3 - Tapumes, crossing e portões: Verificar o estado de conservação e se a localização está adequada.

4 - Equipamentos: Verificar se os equipamentos elétricos (transformadores, chaves, bombas, etc.) e mecânicos (silos, cabeçotes de correia, etc.) estão em locais adequados e seguros e se estão com proteções de segurança corretas.

VII - Frentes de Serviços

Qualquer inspeção a ser realizada nas frentes de serviço deve ser feita em conjunto com o encarregado de serviço para permitir a imediata correção dos problemas.

1 - Sequência: A inspeção deve preferencialmente ser feita na sequência: Galerias 1, 2, 3, etc.

2 - Condições: Verificar o retoque das laterais e teto e a limpeza das galerias (inclusive se não há tábuas com pregos no chão).

3 - Escoramento: Verificar se o número de parafusos está correto, se as distâncias entre eles está correta, se o diâmetro das coquilhas está de acordo com as brocas, se a solda de apoio está correta, se as pranchas estão com o

aperto necessário, se a chave de aperto do parafuso está em condição, se a furação está perfeitamente na vertical (sem inclinação).

4 - Alavanca: Verificar se os escoradores estão usando a alavanca nos retoques.

5 - Largura da galeria: Verificar se a largura da galeria está de acordo com o projetado.

6 - Materiais: Verificar se há perda de materiais, se os depósitos de peças e materiais de escoramento estão limpos e em condições e se os furadores de frente e teto estão corretamente usando os lubrificadores de linha e limpando as mangueiras antes de colocá-las nos martelos.

7 - Depósito de explosivos: Se o local do depósito está limpo e seco, se não há redes de água, energia e outras; se o depósito de espoletas é separado. Se as escorvas estão sendo feitas noutro local, se o furador usado é de madeira; se não há metais nas áreas de depósito; se o acesso de estranhos é vedado nestes locais.

8 - Detonação: Se o detonador está sendo auxiliado por pessoas treinadas, se o detonador e seu auxiliar não estão fumando enquanto manuseiam explosivos, se estão levando somente o explosivo necessário, se a espaceta usada é de PVC, se tem apito e fazem uso do mesmo; se estão carregando galerias sem escoramento ou sem retoque, se os equipamentos ruidosos estão sendo ligados durante a queima, se não estão contando estopins com espoletas amolgadas para fazer a escala de fogo; se estão observando para que não haja equipamentos na linha de fogo; se estão guarnecendo as galerias que estão sendo queimadas; se o detonador está contando os fogos dados.

9 - E.P.I. - Se os funcionários estão usando E.P.I. de acordo com as normas (capacetes, luvas, respirador, etc.).

10 - Ventilação: Se os ventiladores estão funcionando normalmente, com proteção adequada e bem posicionados. Se as cortinas estão bem localizadas e conservadas.

11 - Extintores e macas: Se os extintores e as macas estão nos locais e em condições de uso.

12 - Equipamentos elétricos: Se os cabos estão ancorados adequadamente e sem emendas expostas; se as chaves de alta tensão e transformadores estão protegidos contra a entrada inadvertida de pessoas estranhas; se todos os equipamentos possuem chaves nos locais corretos e protegidos.

13 - Água potável: Se o abastecimento de água potável está suficiente e em boas condições.

14 - Madeira: Verificar se estão colocando madeira nos locais necessários e se os operadores não estão derrubando-as.

VIII - Conclusão

Todas as supervisões de segurança devem seguir criteriosamente as instruções dadas nos itens e qualquer mudança de prioridade deve ser solicitada ao engenheiro de segurança.

As situações anormais devem ser resolvidas imediatamente pelo supervisor de segurança e o encarregado e comunicadas aos supervisores por escrito".

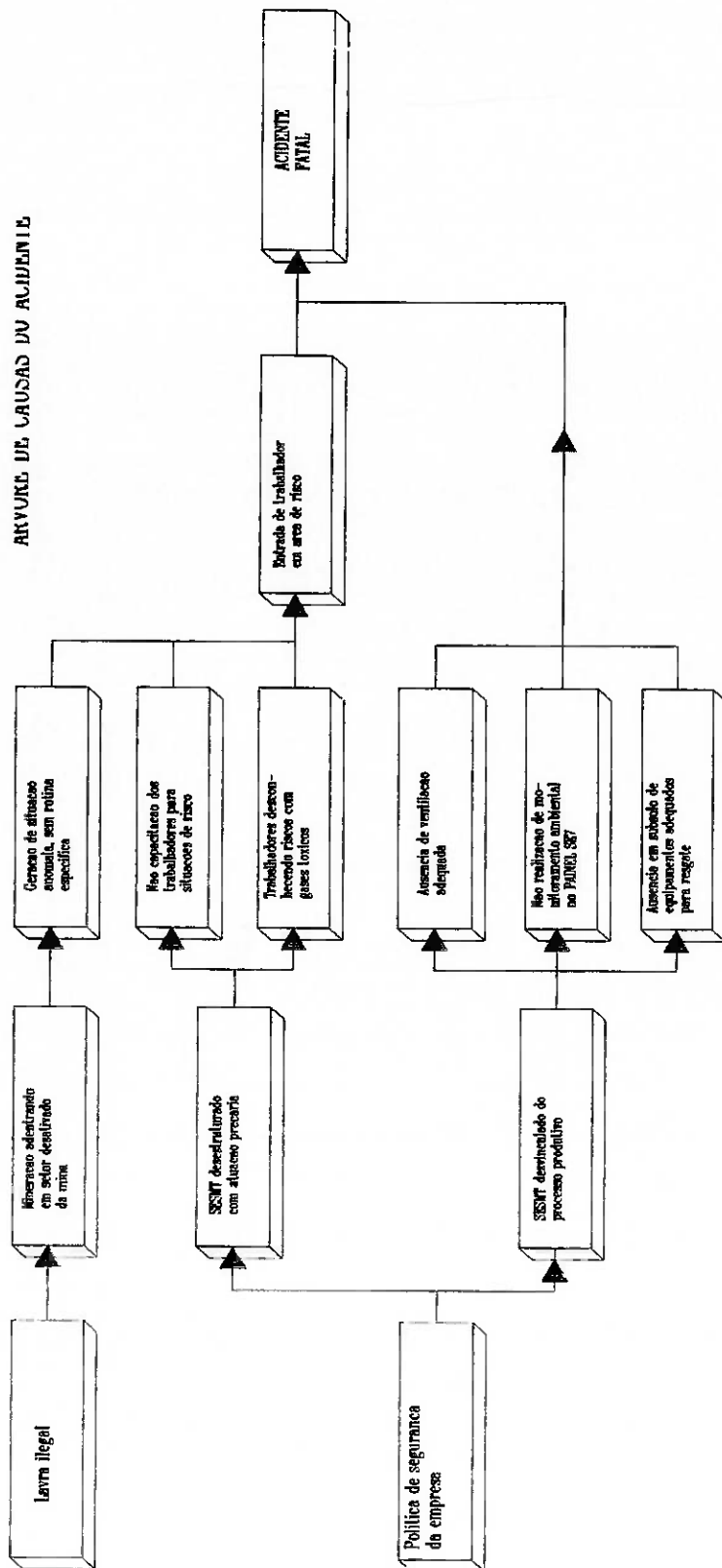
O expediente data de 13 de novembro de 1984 e é assinado pelo diretor operacional da empresa.

Consta ainda, entre as normas de segurança da mina o Comunicado da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, de número 1579, emitido após reunião

extraordinária daquela comissão realizada dia 01/03/1989, cujo texto encontra-se transcrito a seguir:

"Sempre que houver um arrombamento de galeria ou travessão e que não seja possível providenciar o escoramento imediatamente após o transporte do carvão desmontado, o encarregado do turno deverá interditar o local e colocar placa com o seguinte aviso : "PERIGO, AREA SEM ESCORAMENTO. PROIBIDO TRANSITAR". Nos locais que forem colocadas essas placas fica expressamente proibido o trânsito de pessoas, mesmo dentro de máquinas".
Esse comunicado foi assinado pelo Presidente e pelo Secretário da CIPA.

1.6 Arvore de Causas do Acidente



1.7 Conclusões

Segundo informações colhidas durante a investigação, a 28 de fevereiro de 1989 ocorreu um acidente fatal naquela mina causado por caimento de teto. O acidente teria acontecido quando a vítima transitava por sob uma área não escorada da mina. Motivado por esse acidente, após reunião extraordinária da CIPA, foi exarado o Comunicado nº 1579 que foi anteriormente transcrito.

Nas normas de segurança da empresa, em item do tópico 23-1, está explicitado a proibição de trânsito de pessoal sob áreas não escoradas.

No comunicado nº 1579 da CIPA não se faz menção ao fato.

A existência de uma norma, por si só, não inibe a ocorrência de acidentes. É fundamental que ela se ancore em uma política sólida e presente em todas as etapas do processo de produção.

A prevenção de acidentes não pode ser vista e exercitada como um conjunto de medidas de mérito administrativo como a proibição de bater o ponto após o banho.

Essa confusa visão da segurança do trabalho explica o fato do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho da empresa estar ligado à Diretoria Administrativa e não à Diretoria Operacional.

Uma política de segurança precária acaba repercutindo na forma como o trabalho se organiza em subsolo, gerando situações que podem redundar em acontecimentos como o que ora tratamos, face ao distanciamento entre segurança e setores de produção.

A implementação de uma política de segurança demandaria prioritariamente uma campanha de esclarecimento e capacitação de trabalhadores que, na trajetória da mineração de carvão, se acostumaram à sujeição rotineira às condições de risco em seu ambiente de trabalho.

Segundo as informações colhidas durante a investigação é usual, entre os mineiros de subsolo, quando se promove o arrombamento de uma galeria ou travessão, que se acesse a área para vistoriar o resultado do trabalho realizado.

A preocupação em ver o resultado de seu trabalho (tratava-se de um segundo ciclo na mesma galeria), já que a primeira furacão no desmonte não lograra o resultado esperado, fez com que o furador de frente fosse até aquela área antes mesmo que houvesse sido completada a limpeza do carvão desmontado pelas duas carregadeiras que operavam no local. Ainda é pertinente considerar que o fato de arrombamento promovido propiciar acesso a um setor desativado da mina se constituía em situação anômala, fora da rotina a que estavam acostumados os trabalhadores. Esse arrombamento era iminente e do conhecimento dos envolvidos com a lavra naquela região da mina.

Entretanto, o acidente é a demonstração que nenhuma precaução compatível com a excepcionalidade da situação foi tomada pela empresa.

Consta que o arrombamento da galeria SW5 foi idealizado com o propósito de estabelecer acesso a um painel que seria desenvolvido de forma perpendicular ao painel SE7. A clandestinidade que circunscreveu a lavra do painel SE7, até que este ultrapassou o limite do rio que corria por sobre a mina, se coloca como ponto de partida para a análise que se faz a seguir.

Para que se cogitasse a utilização dessa faixa explotada clandestinamente antes de 1985, como acesso a um outro painel, por certo ocorreram aos responsáveis pelo planejamento da mina algumas preocupações de ordem técnica.

A primeira preocupação seria com a estabilidade do teto, que deve ter sido superada após a análise de alguns perfis geológicos, ou seja a feição geométrica e as propriedades geomecânicas do teto imediato da área já eram conhecidas.

A segunda preocupação seria com a possibilidade daquela região estar inundada, dúvida essa superada de pronto pelo fato de que o painel SE7 era em declive, tornando pouco provável o acúmulo de água em área de cota maior.

A terceira preocupação, também lógica, seria em relação à qualidade da atmosfera naquele local. Após tanto tempo vedado não se poderia supor que as condições ambientais ali existentes fossem adequadas ou pudessem prescindir de cuidados especiais.

A maneira pela qual a empresa promovia a ventilação de um "fundo de saco" (fim de uma galeria em traçagem) era de eficiência questionável. Usavam uma carregadeira bob-cat em uma travessa, posicionada obliquamente em relação ao eixo da galeria, com a intenção de direcionar o fluxo de ar para o "fundo de saco" a ser ventilado após uma detonação.

Quando a galeria em traçagem ainda tem pequena extensão esse "sistema" de ventilação ainda pode apresentar algum resultado, mas nunca na situação existente quando ocorreu o acidente. Como agravante a atmosfera viciada do final do painel SE7 aumentava substancialmente a carga de contaminantes a ser diluída.

Em nenhuma parte das normas de segurança da empresa se faz menção a qualquer dos contaminantes ambientais normalmente encontrados na lavra subterrânea de carvão, explicitando as fontes de geração e seus efeitos sobre o organismo humano.

No tópico 24 (Ventilação) citam-se os contaminantes de forma superficial, associando-os equivocadamente à pneumoconiose, sem que, no entanto, se fale da presença das poeiras cuja fração respirável é a verdadeira causadora do mal.

No tópico 23-1 (Recomendações) das referidas normas, em seu último item, lê-se: "Não realizar qualquer tipo de trabalho para o qual não tenha autorização ou instrução". Durante o trabalho de investigação do acidente, os contatos mantidos com diversos trabalhadores de diferentes funções na mina evidenciou o total despreparo existente entre eles quanto a aspectos elementares de segurança em subsolo. Exemplificando, o desconhecimento dos riscos envolvendo gases tóxicos por trabalhadores da mineração subterrânea é inadmissível, dado que a sistemática utilização de explosivos, e a conseqüente geração de gases nocivos à saúde impõe a necessidade de que todos os envolvidos tenham as informações que lhes possibilitem avaliar o risco a que potencialmente estão expostos.

Uma série de fatores corroborou para que a situação criada na galeria SW5 do painel SW7 tivesse o desfecho que teve. Alguns desses fatores,

explorados ao longo do texto, aparecem na árvore de cuasas apresentada neste relatório.

Especificar com rigor clínico a "causa mortis" se mostra impossível por não se dispor dos resultados dos exames laboratoriais de tecido dos pulmões das vítimas. Entretanto, a história do acidente configurada pelos depoimentos daqueles trabalhadores que tiveram alguma participação no ocorrido ao tentarem resgatar as vítimas indicam como causa principal o monóxido de carbono, cuja ação asfixiante foi facilitada pela carência de oxigênio no local e pela presença dos outros contaminantes mencionados anteriormente.

Fica a constatação de que, na empresa, a política de segurança era embasada na preocupação em atender a legislação em vigor em seus aspectos mais evidentes, e a composição do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT é uma clara demonstração disso.

Não havia, entretanto, uma preocupação efetiva em fazer com que as exigências legais repercutissem na prática da mina, fazendo com que o processo produtivo se desenvolvesse sem o imprescindível acompanhamento das medidas de segurança.

VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de análise apresentado neste trabalho, muito mais que uma sequência de passos e procedimentos, visa estabelecer uma forma de trabalhar o fenômeno acidente do ponto de vista científico, sem o estigma da busca de culpados, mas com a preocupação de gerar subsídios fundamentais à prevenção dos acidentes.

Assim posto, a aplicação do método comporta variações, preservando a visão sistêmica que lhe é inerente.

Na árvore de causas apresentada com relação ao caso estudado, o referencial de análise não estava no Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho da empresa, cabendo na sua elaboração compor quadro que atendesse aos objetivos propostos quando da investigação, realizada no âmbito institucional da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO, órgão do Ministério do Trabalho

encarregado da promoção de estudos e pesquisas na área de Segurança e Saúde do Trabalhador.

Com relação às variações possíveis na metodologia, o objetivo prático da prevenção permanece sendo o de reparar os elementos determinantes do acidente, a partir do que será possível agir no sentido de repensar as rotinas de produção ou da organização do trabalho, como o redimensionamento de tarefas.

J. M. Faverge, no final da década de 70, apresentou modelo que evita a hierarquização dos elementos; o autor evoca, sem caracterizar conteúdos, uma bacia fluvial cujos afluentes comportam os fatores e geram os acontecimentos desencadeadores dos acidentes.

Esses oito fatores seriam :

- 1- a disposição individual,
- 2- a inexperiência do trabalhador,
- 3- as pressões impostas ao trabalhador,
- 4- a recuperação (isto é, as tarefas imprevistas),
- 5- a catacrese (isto é, o desvio de uma ferramenta ou máquina do seu uso normal),
- 6- o estrago do material,
- 7- a interferência entre funções e
- 8- a falta de informação sobre o estado do sistema.

Dequalquer maneira, a aplicação do método prático de pesquisa de fatores de acidentes irá exigir do analista um bom conhecimento dos modos de operação habituais próprios de cada sistema de produção.

Finalmente, é fundamental ressaltar que no cômputo econômico, a segurança do trabalho deve ser considerada sob o duplo aspecto de segurança dos trabalhadores e de segurança dos meios de produção.

VII - BIBLIOGRAFIA

- 1- MONTEAU, M. An Practical Method of Investigating Accident Factors. Principles and Experimental Application (Luxemburgo, Comission of European Communities, 1977) 84 pags.
- 2- FAVERGE, J. M. Psychosociologie des Accidents du Travail. PUF, Paris 1967.
- 3- MAGRINI, R. O., FERREIRA, C.S.W., Análise de acidentes: Busca de um Culpado? (mimeografado)
- 4- NASCIMENTO, A.M., Inicição ao Direito do Trabalho. São Paulo, LTr editora, 1973, 336 pags.
- 5- American Conference of Governmental Industrial Hygienists - Industrial ventilation: a manual of recommended practice. 17 ed. Lansing, Committee on Industrial Ventilation, 1982, 1v.
- 6- Azevedo, Fausto A. de., LEYTON, Vilma - Postilas de toxicologia ocupacional. São Paulo, TOXIKÓN, 1981, v.2.
- 7- Espanha. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Centro de Investigación y Assistência Técnica de Barcelona - Curso de ventilação industrial - Temas docência.
- 8- EUA. Department of Interior. Bureau of Mines - Monitoring of mine air blast pollutants from six explosives tested in an underground mine. Michigan Technological University. Departments of Mechanical Engineering. Engineering Mechanics and Mining Engineering, 1978, 99p.
- 9- Hartman, Howard L. - Mine ventilation and air conditioning. New York, A Wiley Interscience Publication, 377p.
- 10- Kauffman, Peter W.; Wawkins, Steven A. & Thompson, Robert R.- Room and pillar retreat mining. A manual for the coal industry. EUA. Departmen of Interior. Bureau of Mines. Information Circular/1981.

- 11- National Institute for Occupational Safety and Health, Department of Health, Education and Welfare - Criteria for a recommend standard: occupational exposure to carbon monoxide. Washington, U.S. Govt. Print. Off., 1972, 1v.
- 12- The Merck Index - An Encyclopedia of chemicals and drugs. Published by Merck & CO. INC, Rahway, N. J. , USA.