



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



PRO3433 – Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho

Confiabilidade humana e acidentes ampliados (de grandes proporções)

Prof. Dr. Fausto L Mascia

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



PRO3433 – Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho

Objetivos

- Apresentar um panorama macro sobre os acidentes de grandes proporções
- Discutir o papel do ser humano para a confiabilidade dos sistemas

2



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



PRO3433 – Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho

Sumário

- Introdução
- Abordagens do acidente
- Acidentes industriais
- O Acidente e a organização

3



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Acidentes de grandes proporções – catástrofes

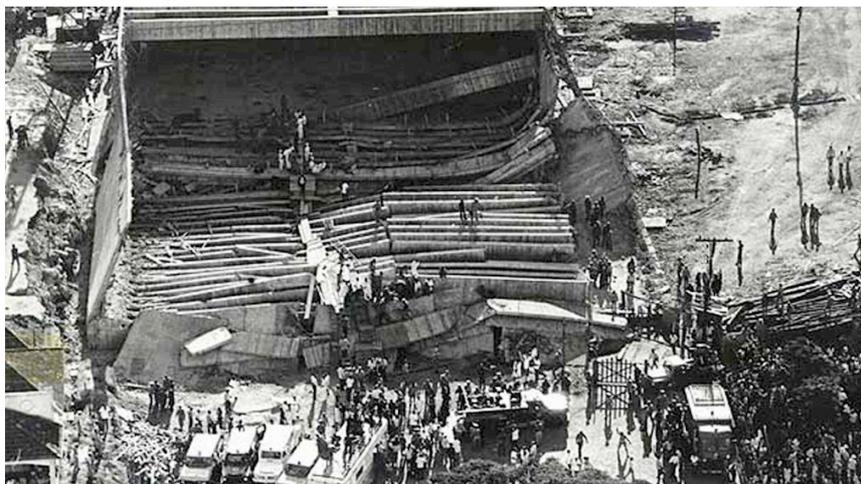
- Consequências de grande amplitude
- Custos vultuosos
- Grande comoção na sociedade
- Pouco frequentes

4



Alguns acidentes de grandes proporções (catástrofes) no Brasil

- Desabamento da obra Parque de Exposições Gameleira – BH (1971) – 69 mortos



- Vazamento de gasolina seguido de explosão - Vila Socó – Cubatão (1984) – 90 mortos





- Explosão Shopping Osasco (vazamento de gás) (1996) – 42 mortos



7



- Afundamento da plataforma P34 bacia de Campos (2001) – 11 mortos



8

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

- TAM 3054 (2007) – 199 mortos



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

- Rompimento da barragem Mariana (2015) – 18 mortos



10

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

- Rompimento da barragem Brumadinho (2019) – 259 mortos



11

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

Apesar do desenvolvimento e conhecimento tecnológico, porque ocorrem os acidentes?

Muitas explicações procuram associar o acidente ao **erro humano** (falha humana) ou **falha técnica**.

Trata-se de uma simplificação exagerada (reducionismo) insuficiente para explicar o infortúnio; muitas vezes acaba atribuindo a culpa ao(s) trabalhador(es) ou às vítimas.

No Brasil, ainda persiste os conceitos **ato inseguro** e **condição insegura** – conceitos centrais na teoria dos dominós – década de 1930.

O acidente seria causado por uma cadeia linear de fatores. Teoria contestada.

12

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PERSONALIDADE

FALHAS HUMANAS

ATOS INSEGUROS
CONDIÇÕES INSEGURAS

ACIDENTE

LESÃO

Herbert W. Heinrich (1931) – Industrial accident prevention

13

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

Falta de Controle

Causas Básicas

Causas Imediatas

Incidente

Perda (Acidente)

Não Conformidade com Normas

Fatores Pessoais
Fatores Trabalho

Atos e/ou Condições Abaixo Padrões (Inseguras)

Incidente (Acidente ou Quase Acidente)

Pessoa
Propriedade
Processo / Produto
Serviço
Meio Ambiente
Lucro

Herbert W. Heinrich (1931) – Industrial accident prevention

14

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

Método de árvore de causas (método questionavel)

Acidente ao amarrar pacote de chapas

```

    graph LR
      A[Funcionário sofreu corte na mão] --> B[Puxava a fita de aço com a mão]
      B --> C[Enroscada embaixo do pacote]
      C --> D[Não chamou a empilhadeira para erguer o pacote]
      C --> E[Não usava equipamento de segurança]
      C --> F[Não respeitou as normas de segurança]
      F --> G[Achou desnecessário]
      F --> E
  
```

I.M. Almeida 2001

15

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

Modelo James Reason

Hazards

Losses

16

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

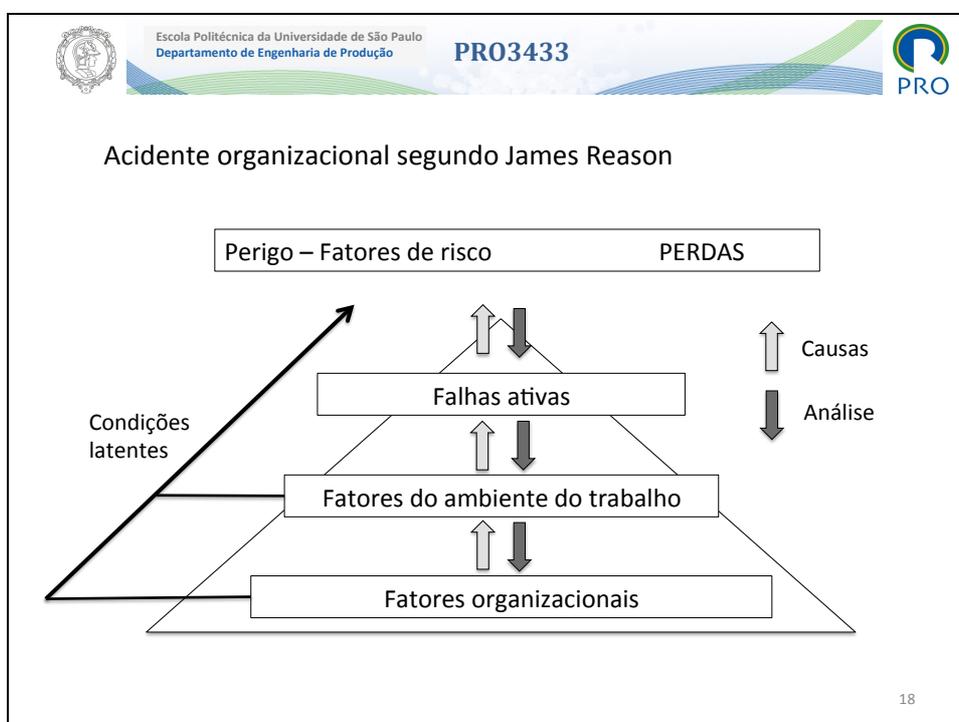
PRO

Segundo James Reason – a abordagem erro humano é insuficiente para se compreender os acidentes.

Distinção de duas categorias de erros:

- erros **ativos**: aparecem em primeira linha; efeitos imediatos, cometidos pelos executantes;
- Erros **latentes**: podem ficar “adormecidos” no sistema por muito tempo; surgem das atividades de pessoas distantes da interface de controle direto (projetistas, gestores...), tanto no tempo quanto no espaço

17





Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Segundo **Reason**: As análises de confiabilidade e as investigações de acidentes se concentravam nos erros ativos de operadores e de falhas técnicas.

Os trabalhadores são os “herdeiros” dos defeitos do sistema, criados por um projeto ruim, uma instalação com problema, uma manutenção deficiente e decisões errôneas da direção.

Esforços para descobrir e neutralizar os erros latentes terão resultados mais benéficos na confiabilidade dos sistemas que as tentativas pontuais de reduzir os erros ativos.

“Quanto mais os indivíduos estão afastados das atividades de primeira linha (dos riscos diretos), mais eles são potencialmente perigosos para o sistema”.

19



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Segundo **Reason**: Fator Humano

Execução isolada de tarefas ou presença em toda parte nos sistemas complexos?

Fator humano é toda empresa
Disfunção estrutural

Disfunção de fundo: ausência de articulação de uma cultura teórica (engenheiros) e uma cultura prática (trabalhadores)

Atenção para a natureza dos sistemas complexos

20



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – críticas

Estado científico dos conceitos de fator humano e erro humano.

Fator humano – fator técnico (erro humano – falha técnica)

Os executores são os bodes expiatórios – os que estão no final da linha são responsabilizados;

Os sistemas técnicos, as máquinas não eram tão confiáveis quanto se imaginava;

O incidente ocorrido não foi previsto no momento do projeto; Projeto inicial, concepção das máquinas e instalações técnicas, na organização do trabalho e modos organizacionais;

21



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – “o fator humano é toda a empresa”

Qual razão?

Princípios científicos: fracionamento da realidade em campos do conhecimento separados; a realidade só existe de forma global

P-36 bacia de Campos (2001)

- Problema de fechamento de válvula (manutenção);
- Área onde se localizava o tanque que explodiu não era classificada como área de risco (segurança);
- Ligação do tanque de emergência a um importante equipamento de proteção (*manifolde*) deveria ter mais de uma válvula de isolamento (projeto).

https://www.youtube.com/watch?v=Oz10Rsw_bJc&t=5s

22



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – Disfunções estruturais

Exemplo EDF – cultura direção/gerência originária das ciências físicas ou administrativas;

Fracionamento dos conhecimentos;

Recursos humanos – menor peso nas organizações em relação a outros setores;

Nível global – vai além do âmbito da empresa – a importância de fenômenos organizacionais como fatores predeterminantes ainda não é parte integrante da cultura geral.

23



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – Disfunções estruturais

Em muitos acidentes nota-se problemas organizacionais:

- má comunicação entre níveis e serviços,
- até mesmo a ruptura entre engenheiros e administradores;

Dificuldades de um gerente intermediário fazer chegar uma informação até o nível decisional, ainda que seja uma informação essencial.

24



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – Disfunções estruturais

A cultura científica (mesma da engenharia) é a cultura do geral;

Mesmo que fosse possível criar rotinas específicas...

Por outro lado, todo acidente grave é singular, com vários elementos que se encontram assim apenas uma vez.

25



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory – Disfunções estruturais

A cultura da prática – fundamentada na experiência – a realidade é sempre mais mais rica que a teoria;

A cultura prática dificilmente é reconhecida pelos portadores da cultura teórica;

Pouco é previsto para permitir a expressão dos trabalhadores, para fazer subir na hierarquia os dados da sua experiência; obstrução da informação negativa;

Não articulação entre essas culturas – é um obstáculo para uma boa política de prevenção.

26



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Michel Llory

O fator humano como fator positivo da prevenção – ao contrário da perspectiva vigente (fator humano associado ao erro humano)/

O ser humano como agente de confiabilidade – o trabalho cotidiano e graças à atividade e ao *savoir-faire* dos trabalhadores em todos os níveis que a maioria dos acidentes latentes não se torna acidentes ativos.

Michel Llory – o risco inseparável de toda ação humana

Passar de uma perspectiva de especialização, do particular, do reducionismo, para uma abertura para a complexidade

27



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



O Acidente e a organização

No caso industrial – o acidente industrial está à “espreita” porque o risco zero não existe;

Risco residual – parte de riscos hipotéticos, extremamente raros que jamais aconteceriam;

É normal admitir os acidentes residuais? O preço a pagar pelo progresso?

O acidente extremo, muito raro, não pode ser prevenido em todas as suas variantes.

Os ensinamentos dos acidentes - Apesar do trauma, da comoção, das ações que se seguem, os ensinamentos são esquecidos pelo tempo?

28



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



O Acidente e a organização

Os incidentes, os acidentes são únicos;

O que há de comum?

Parecem implicar o fator humano – fortemente associado ao erro humano – de caráter negativo, pejorativo – muito reducionista;

Não poderia ser diferente – só consideravam as causas diretas, imediatas associadas ao pessoal mais próximo do processo;

Qual a constatação? Imperícia e negligência dos operadores crescente ou que as condições de trabalho se degradam?

29



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



O Acidente e a organização

Possível abrir mão do ser humano para pilotar e manter os sistemas técnicos e assegurar toda a logística necessária ?

Todas as disposições devem ser tomadas para garantir as melhores condições de trabalho possíveis.

As investigações dos peritos muitas vezes se interrompem ao constatar um erro humano; deveria ser prolongada e ir além.

30



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Perspectivas: tranquilidade ou preocupação?

Llory propõe examinar um pequeno número de acidentes de maneira clínica;

A análise criteriosa pode revelar quais fraquezas e falhas nos procedimentos implantados para dominar os riscos de acidentes maiores;

Questionamento se alcançamos o suficiente em matéria de segurança?
Até onde se poderia ir?

31



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Aumento inexorável das pressões por produção

Pressão da concorrência, busca por mercados, maiores lucros – diminuição dos efetivos, redução dos postos de trabalho e dos orçamentos para o funcionamento e manutenção em muitas empresas.

Imperativos de desempenho elevados e cada vez mais restritivos, sem que as condições de segurança sejam mantidas, revisadas ou reforçadas.

O crescimento das exigências de produtividade, de rentabilidade acompanhado de aumento das exigências de segurança?

32



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



O que foi esquecido? Qual representação do fator humano?

Focalização persistente e excessiva sobre os erros humanos isolados e individuais – pessoal de campo, operadores mais próximos do processo;

Representação demasiadamente regulamentar e normativa do trabalho, fundamentada no respeito aos procedimentos;

Ignora as especificidades, as dificuldades do trabalho, as restrições impostas aos trabalhadores e suas condições de trabalho, das quais podem emergir mais facilmente os erros.

33



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



O que foi esquecido? Qual representação do fator humano?

Insuficiente a explicação de erro humano ou de mau funcionamento técnico;

Outra maneira de entender o fator humano: um conjunto complexo de pessoas que trabalham para a produção e a segurança;

Comporta múltiplos problemas de coordenação, de cooperação, de comunicação.

Procurar as causas ou as circunstâncias a montante do acidente, no nível organizacional.

34



A análise organizacional da segurança

O acidente não chega tão bruscamente como parece.
Necessidade de um diagnóstico global da segurança da organização.

Passar de uma perspectiva de especialização, do particular, do reducionismo, para uma abertura para a complexidade.

O Fator humano como fator positivo da prevenção – ações dos trabalhadores no cotidiano para que os acidentes latentes não tornem acidentes ativos.

O papel do retorno de experiência - REX