

TRIPOD: uma ferramenta de identificação e análise de riscos baseada nos acidentes

Vilmar Augusto Azevedo Miranda, M.Sc.

Engenheiro de Segurança do Trabalho da PETROBRAS
Rio de Janeiro – RJ
E-mail: vilmar.miranda@petrobras.com.br

Simone Dias Cabral, M.Sc.

Doutoranda do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/ UFRJ
Rio de Janeiro – RJ
E-mail: simone@pet.coppe.ufrj.br

Assed Naked Haddad, D.Sc.

Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
E-mail: assed@civil.ee.ufrj.br

Resumo

O objetivo do presente trabalho é apresentar o método TRIPOD que está sendo utilizado por algumas grandes empresas para investigação e análise de acidentes e que foi testado em 119 acidentes de trânsito ocorridos no Brasil, mostrando-se adequado também para esta utilização, já que permite uma clara identificação dos riscos envolvidos nos acidentes. Sua principal característica é identificar as falhas ocultas no sistema, chamadas de falhas latentes, e que são responsáveis por causar muitas situações de risco antes de gerarem um acidente. A sua utilização pode contribuir muito para a melhoria do gerenciamento da segurança nas empresas.

Palavras-chave: *Investigação de acidente, identificação de riscos, análise de riscos.*

Abstract

The aim of this paper is to present the TRIPOD method which is used by many companies to analyze and investigate accidents. It was tested and was demonstrated its efficacy in 119 traffic accidents occurred in Brazil once it allows a clear identification of risk accident. Its own characteristic is to identify system hidden failures, called latent failures, which are responsible for some risk situations before causing an accident. Companies safety management would be quite improved by its usage.

Key-words: *Accident investigation, risk identification, risk analysis.*

1. Apresentação

O método TRIPOD foi criado a partir de um programa de pesquisa sobre fatores humanos, nas investigações de acidentes da função Exploração e Produção em indústria de petróleo. Foi elaborado para a empresa Shell International por pesquisadores das universidades de Leiden e Manchester (Reason & Wagenaar, 1990) e se transformou em uma teoria sobre acidentes e como eles acontecem. Esta técnica consiste em identificar as fragilidades que contribuem para que um acidente ocorra e expor mecanismos de falhas latentes que propiciariam o acontecimento do mesmo.

“O TRIPOD é um novo desenvolvimento na área do Gerenciamento Avançado de Segurança, tendo como alvo as causas bastante enraizadas de acidentes e visando o

estabelecimento de uma base para implantação e manutenção de uma segurança intrínseca nas organizações” (Shell, 1995a). Com a adoção do TRIPOD, a empresa abandona a idéia de que os acidentes acontecem ao acaso e têm sempre um único culpado e passa a adotar uma postura de investigação das causas subjacentes dos mesmos. Como consequência houve uma mudança na avaliação dos acidentes, deixando-se de considerar o fator humano (erro humano) como o único culpado no processo que conduz aos acidentes.

O TRIPOD considera um acidente como o desfecho de uma história que teve o seu início, muitas vezes, em local e data bem distantes da ocorrência, corroborando a idéia levantada por Heinrich (1966), em uma das obras clássicas da engenharia de segurança. Demonstra também que os atos inseguros não ocorrem de forma isolada, sendo influenciados por fatores externos (pré-condições). Estas pré-condições se originam em falhas nos setores auxiliares ou administrativos (falhas latentes) cujas atividades estão afastadas dos setores diretamente ligados à produção - planejadores, projetistas e gerentes. Por exemplo, um motorista que trafega em alta velocidade (ato inseguro) sob condições meteorológicas adversas - chuva fina ou neblina (pré-condições) foi submetido, muito provavelmente, a um treinamento deficiente no sentido de despertar-lhe o perigo de tal atitude (percepção deficiente do risco) e conscientizá-lo para um comportamento mais seguro (falha latente de treinamento).

O método TRIPOD visa, então, a identificar as falhas latentes que permanecem inativas no interior dos sistemas, tornando-se evidentes somente quando uma combinação especial de fatores consegue vencer as defesas do sistema (um acidente, por exemplo). Seu nome tem origem nos três aspectos chaves da causalidade dos acidentes (figura 1) que formam um tripé, por isso analisar-se-á cada uma destas bases de sustentação do método de modo a propiciar um melhor entendimento do mesmo.

Uma aplicação do método na análise de 119 acidentes de trânsito fatais, envolvendo caminhões-tanque, foi realizada por Miranda (1997), tendo confirmado o potencial da técnica na descoberta de causas básicas dos acidentes e que ficariam ocultas em análises mais superficiais. Em virtude da natureza desta aplicação, os exemplos expressos no artigo referem-se muitas vezes a situações presentes no ambiente de trânsito.

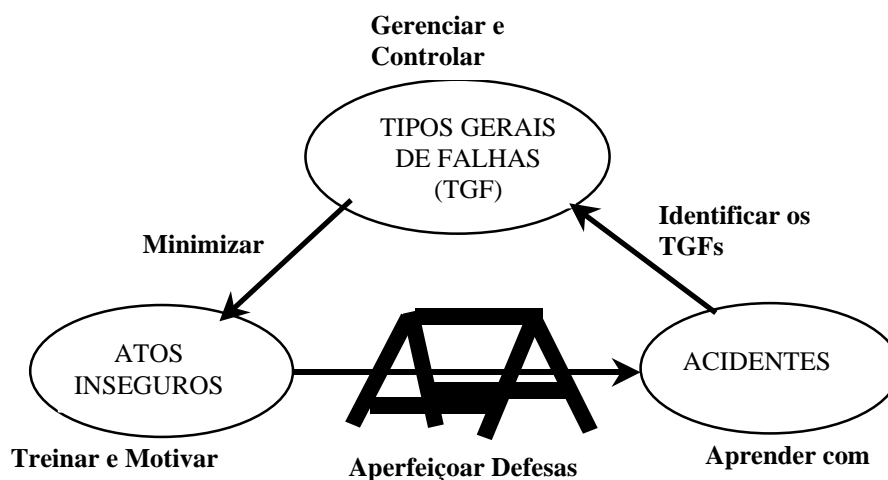


Figura 1: Visão geral do TRIPOD

Fonte: Reason, 1997.

2 - Atos inseguros

Ato inseguro é definido como uma “ação ou omissão que, contrariando preceito de segurança, pode causar ou favorecer a ocorrência de acidente” (ABNT, 2001). Durante muito tempo o termo erro foi utilizado, indistintamente, para designar todas as maneiras como os indivíduos contribuíam para a ocorrência de um acidente, sendo chamados de atos inseguros. Porém, atualmente, consideram-se dois tipos distintos de comportamentos: erros e violações (o mais grave dos atos inseguros) de um procedimento-padrão, cometidos na presença de um risco iminente que, não sendo controlado, pode causar lesão e/ou dano (Shell, 1995a). Uma ultrapassagem em uma nuvem de poeira em uma estrada pode ser classificada como ato inseguro, por exemplo.

Empiricamente, pode-se intuir que o desejo de se arriscar é característica inerente à natureza humana, porém esta aceitação do risco pode ser motivada por fatores pessoais e/ou circunstanciais. Isto é importante para saber que mesmo que todas as medidas educativas ou punitivas sejam colocadas em prática, sempre irão esbarrar numa tendência humana de incorrer em erros ou cometer violações.

Os erros podem ser subdivididos em três tipos (tropeços, lapsos e enganos), que são apresentados aqui em ordem crescente de gravidade. Tropeço pode ser explicado como sendo um erro cometido por falta de atenção; os lapsos são ausências de memória com consequência, principalmente, para o praticante do ato, não representando ameaça para os outros; engano seria uma ação derivada de um atalho em direção ao objetivo pretendido (Parker, 1995). Já as violações poderiam ser definidas com infrações deliberadas de alguma regulamentação ou norma de conduta. Parker (1995) afirma, ainda, que os erros resultam de problemas de comunicação (informação) e as violações têm um grande componente de motivação (psicológico).

Deste modo, os erros seriam mais fáceis de serem minimizados através de treinamentos de reciclagem ou melhora no modo como é passada a informação para o empregado. As violações, contudo, deverão ser tratadas através de uma mudança de atitude ou estilo de vida (cultura de segurança), o que muito mais complexo.

3 - Acidentes

Acidente do trabalho é uma “ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal” (ABNT, 2001). Também se pode definir acidente como um evento raro que ocorre toda vez que um ato inseguro consegue vencer as defesas do sistema. Outra forma de defini-lo é como um evento raro que ocorre toda vez que o desempenho do trabalhador (não necessariamente um ato inseguro) não consegue superar a demanda do ambiente de trabalho. É um evento raro, pois apesar de ocorrerem inúmeros atos inseguros, de diversas naturezas, poucos resultam em lesões com afastamento do serviço ou em fatalidades. Os acidentes constituem o “segundo pé” do TRIPOD (figura 1).

Qualquer uma das definições acima permite verificar que onde há uma atividade humana é impossível não existir qualquer tipo de risco (risco zero). De fato, o TRIPOD considera que não existe algo como segurança absoluta em qualquer grupo que seja de seres humanos falíveis trabalhando em condições de risco, isto é, existe um risco de falha ou erro associado a toda e qualquer atividade humana. Mesmo nas empresas mais bem administradas, há sempre o risco de combinações imprevisíveis de oportunidade e risco. A ação executada para aprimorar o desempenho em segurança deveria ser direcionada no sentido de desenvolver organizações intrinsecamente seguras que fossem capazes de resistir a eventos ocasionais totalmente inesperados. A existência de elementos aleatórios significa que mesmo organizações com uma política de segurança rigorosa estão sujeitas a sérios acidentes. De modo inverso, e mais importante, organizações “inseguras” podem se manter sem acidentes por longos períodos (Shell, 1995 a). Percebe-se, portanto, o papel fundamental exercido pelas organizações (empresas) na identificação, análise e gerenciamento dos riscos.

O TRIPOD considera que as estatísticas não fornecem, sozinhas, um indicador confiável para a ocorrência de acidentes, por não permitirem uma avaliação temporal de futuras ocorrências através de projeções baseadas nos dados passados. Assim, surgiu a necessidade da utilização de outros indicadores para aferir o desempenho em segurança de uma organização.

4 - Tipos Gerais de Falhas (TGF)

O principal conceito do TRIPOD é que os acidentes têm suas origens primárias nas falhas latentes e não nas falhas humanas ativas. Falhas ativas seriam aquelas que têm um efeito imediato na ocorrência do acidente, já que são geradas pelo elemento ativo do sistema, o homem. Uma ultrapassagem em local inadequado seria uma falha ativa.

As falhas latentes, por outro lado, ramificam-se de decisões ou ações tomadas por outras partes da organização que por não produzirem necessariamente e de imediato um acidente, não são facilmente identificáveis, sendo necessária uma investigação minuciosa para encontrar uma falha latente presente, muitas vezes, há vários anos na organização. Estas falhas latentes é que vêm a ser os TGF (o terceiro “pé” do TRIPOD).

Há uma linha de causalidade ligando falhas latentes a atos inseguros e os principais fatores intervenientes ao longo desta sequência causal são mostrados na figura 2. Nota-se que um acidente só ocorre quando todas as cinco condições (representadas por cartões perfurados) estão corretamente alinhadas; uma modificação em uma delas pode possibilitar que o evento não aconteça. Por exemplo, se uma pessoa sem habilitação conduz um veículo mal conservado por uma rodovia também mal conservada, à noite e sob chuva forte, pode chegar incólume ao seu destino, desde que outros fatores não ocorram durante o trajeto (causas não se alinham); em contrapartida, se um pedestre cruzar à frente deste mesmo motorista, pode haver um acidente devido às condições inseguras (falhas latentes). A não ocorrência de acidente não significa, necessariamente, que o sistema está funcionando bem em relação à segurança, podendo existir várias falhas latentes que permanecerão à espreita para gerar um sinistro quando todas as causas se alinharem perfeitamente.

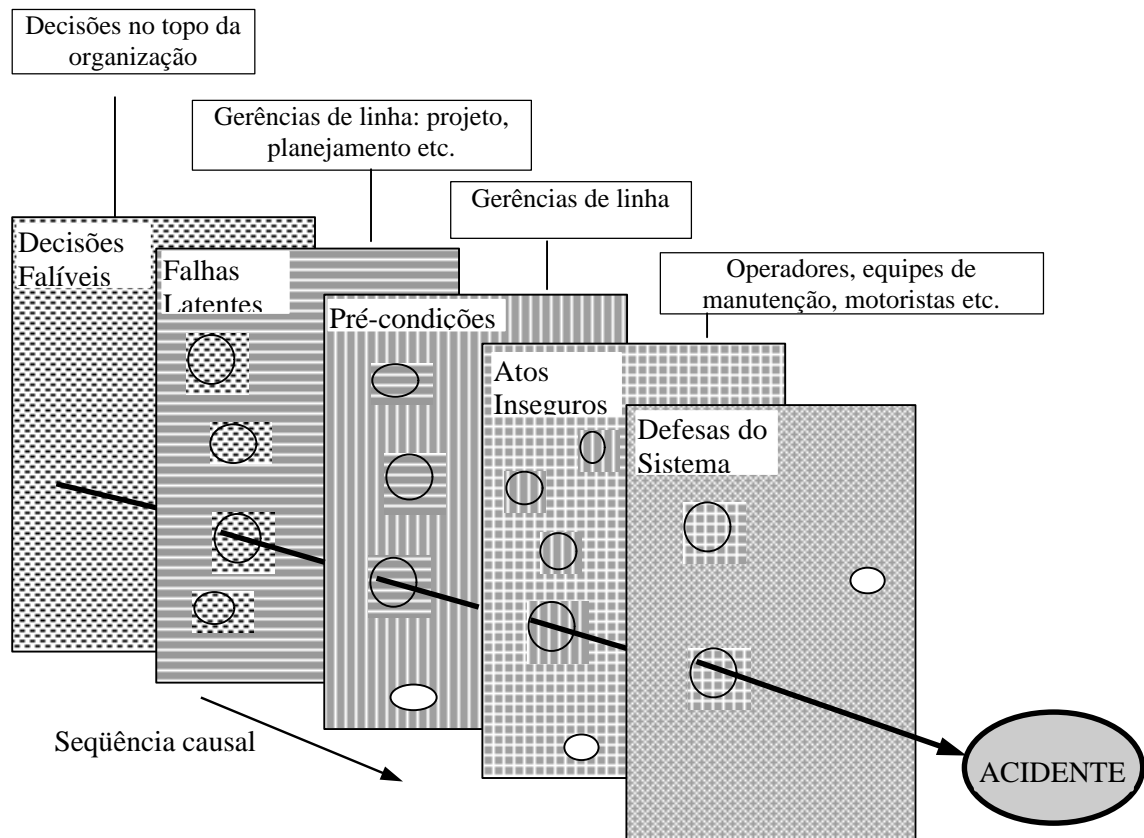


Figura 2: Sequência causal dos acidentes
Fonte: Reason, 1997.

Cada item da sequência causal (figura 2) contribui para a ocorrência de um acidente (Shell, 1995 a). A seguir são fornecidas algumas explicações acerca de cada um deles e como ele influencia na linha de causalidade:

- **Decisões tomadas no topo da organização**

Os Diretores e Gerentes são os tomadores de decisão de uma empresa, portanto, suas decisões têm uma forte influência no dia a dia da companhia, sendo as principais fontes organizacionais de falhas latentes. Além disso, são estes elementos que determinam a conduta da empresa em relação à segurança de seus empregados.

- **Gerências de linha e falhas latentes**

É aqui, na linha de produção (setores de manutenção, por exemplo) onde se sentem os primeiros efeitos das decisões tomadas no topo da organização, como limitações (falta de tempo ou recursos financeiros, por exemplo) que poderão levar ao aparecimento das falhas latentes.

- **Pré-condições e gerências de linha**

Neste grupo se incluem itens como baixa motivação, percepção inadequada de riscos, carga de trabalho exagerada, desconhecimento do sistema, má distribuição de tarefas, fatores de distração, condições perigosas de trabalho entre outros. Estes ingredientes formam o cenário para a ocorrência dos atos inseguros.

- **Atos inseguros e disparadores locais**

Os eventos disparadores podem ser causados por uma grande variedade de fatores (condições atípicas, falhas técnicas, condições ambientais), porém estão, normalmente, fora do controle do trabalhador. São estes eventos, imprevisíveis, que em conjunto com os atos inseguros conseguem contornar as defesas do sistema.

Assim, vê-se que o TRIPOD objetiva atacar os fatores anteriores, que provocam atos inseguros e que propiciam que erros humanos transformem situações de risco em acidentes, não abordando, de modo direto, os atos inseguros, que seriam somente o epílogo de uma situação insegura. O método se preocupa em agir sobre os TGFs.

Os Tipos Gerais de Falhas foram identificados através de estudos sobre investigação de acidentes em diferentes departamentos e companhias operacionais. Chegou-se a um conjunto de 11 (onze) TGFs necessários para a composição de um esquema de segurança aplicável às diversas atividades desenvolvidas nas empresas.

São os seguintes os onze TGF citados:

- organização,
- alvos incompatíveis,
- comunicação,
- procedimentos,
- projeto,
- equipamentos,
- manutenção,
- arrumação e limpeza,
- treinamento,
- defesas, e
- condições que induzem a erro.

Através destes TGFs é possível tanto retroagir no histórico de desenvolvimento da empresa quanto verificar a qualidade atual de funções específicas e de sua segurança, se definindo tanto as forças como as fraquezas da organização.

5 - Análise dos relatórios dos acidentes

O método TRIPOD permite que se realize uma investigação minuciosa dos acidentes, identificando os mecanismos de falhas latentes que os geraram. Através desta técnica, pode-se chegar às decisões falíveis que conduziram às falhas na organização.

A técnica de análise consiste no uso do método da causalidade de acidentes do TRIPOD (figura 2) para a elaboração das árvores de acidentes que auxiliam na determinação das fraquezas e das raízes causais de modo eficiente e rápido. Partindo do acidente (presente) em direção às decisões dos dirigentes (passado).

A peça fundamental para o início do processo de investigação e análise é o relatório do acidente (tabela 2), que deve ser elaborado dentro de padrões pré-definidos pela empresa de maneira a tornar mais fácil e objetiva a investigação. A série de passos que compõem o processo de análise é a seguinte:

- deve-se ler o relatório do acidente e classificar, de maneira genérica, todos os itens de evidência factual em cada um dos cinco níveis principais da sequência mencionada;
- monta-se a árvore de investigação a partir dos fatos, enfatizando qualquer carência de informação;
- identificam-se as defesas vencidas;
- identificam-se atos inseguros que são divididos em categorias segundo os respectivos TGF;
- identifica-se a decisão por trás do TGF;
- procuram-se as informações que faltam e repete-se o processo.

Esta sequência de passos pode ser melhor identificada pelo fluxograma base para a montagem da árvore de investigação do acidente (figura 3)

Para facilitar a classificação das ocorrências em cada um dos cinco níveis são utilizadas as questões a seguir, permitindo uma melhor identificação de cada um.

- **Defesas vencidas:** que providência de última hora falhou ou faltou?
- **Atos inseguros:** que ações e/ou omissões conduziram ao acidente?
- **Pré-condições:** que estados da mente ou do sistema permitiram (motivaram) o ato inseguro?
- **Falhas latentes:** que problemas conduziram às pré-condições?
- **Decisões falíveis:** que decisões (ou falta delas) criaram as falhas latentes?

Pode ocorrer de uma série de pré-condições ou de um ato inseguro poderem ser retroagidos e ligados diretamente a um TGF, gerando uma árvore incompleta, sem todos os itens da sequência causal. Isto não gera nenhum problema para a análise. De um modo geral, a árvore segue um formato como a que consta do Anexo.

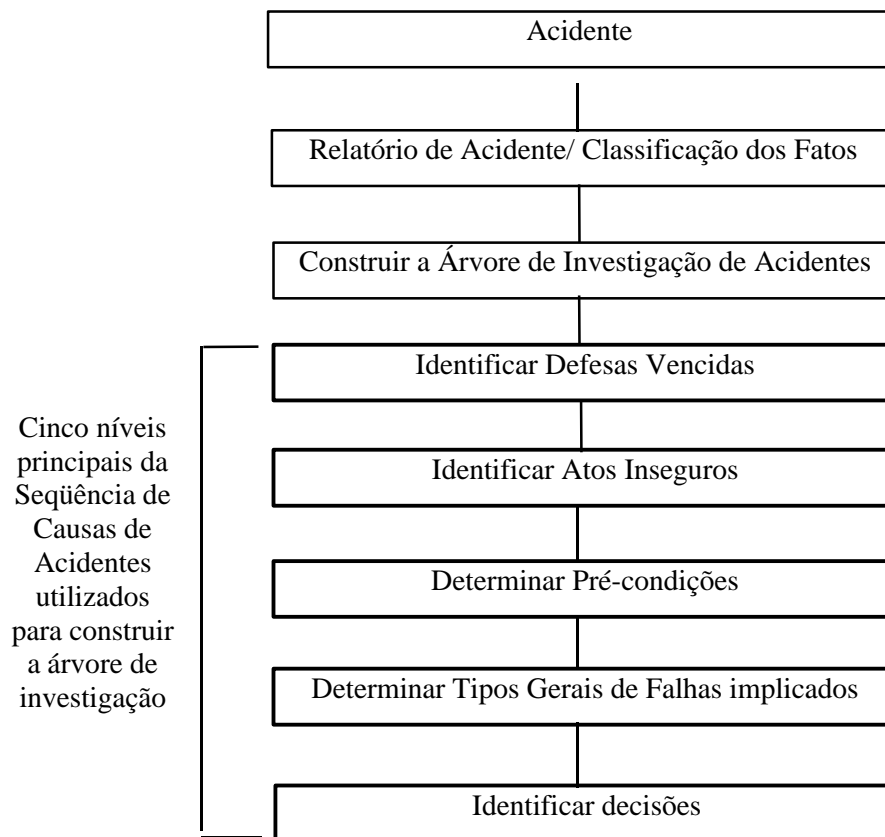


Figura 3: Fluxograma de uma árvore de investigação de acidente

Fonte: Shell, 1995b

Visando a conferir se a informação sobre o acidente foi corretamente classificada, o manual do TRIPOD (Shell, 1995 b) recomenda que devem ser formuladas as seguintes perguntas:

Tabela 1: Perguntas para conferência da classificação

Níveis da Sequência Causal	Perguntas para conferência
Defesas vencidas	O item descreve, para a situação em causa, o sistema, as condições, o equipamento ou atributo que normalmente previnem este tipo de acidente?
Ato inseguro	O item declara quem contribuiu para a remoção ou para o desvio da defesa e como isto foi feito?
Pré-condição	Este item faz alguma descrição do ambiente, social ou de trabalho, ou do modo de pensar que tenha influenciado a pessoa no sentido de agir como agiu?
Falha latente	Este item identifica um Tipo Geral de Falha padrão e uma manifestação deste tipo de falha que tenha resultado na pré-condição?
Decisão falível	Este item descreve um processo de decisão gerencial que tenha contribuído para o surgimento do TGF e introduzido uma falha latente ou tornado piores as falhas existentes?

Fonte: Shell, 1995 b

O primeiro passo é, logicamente, compreender o desenvolvimento do acidente através da leitura e análise do Boletim de Registro de Acidentes. No estudo realizado (Miranda, 1997), o segundo passo foi o preenchimento da tabela-resumo proposta (tabela 2); este passo pode ser eliminado se for possível o arquivamento do Boletim de Acidentes, para posteriores consultas. Feito isto, identifica-se o tipo de acidente, para iniciar a construção da árvore do acidente (Anexo), e preenche-se a coluna “ACIDENTES” da referida árvore; neste exemplo, o acidente foi um atropelamento de um pedestre.

A coluna “DEFESAS VENCIDAS” será preenchida quando forem identificadas as providências de última hora que falharam ou faltaram, são as chamadas manobras de evasão. Aqui, nem o pedestre nem o motorista do caminhão-tanque conseguiram desviar; se um dos dois tivesse conseguido, o acidente poderia não ocorrer.

A coluna dos “ATOS INSEGUROS” representa as ações e/ou omissões que conduziram ao acidente. No presente caso, houve uma ação errada do pedestre que atravessou sem utilizar a passarela e houve uma omissão do motorista ao não perceber a movimentação do pedestre antes dele iniciar a travessia da via.

Como “PRÉ-CONDIÇÕES” classificam-se os estados da mente (humanos) ou do sistema que permitiram (motivaram) o ato inseguro. Considerou-se que o pedestre não utilizou a passarela porque ele avaliou mal os riscos de uma travessia na via ou porque faz isto regularmente, demonstrando um comportamento inadequado em relação à sua segurança. Ou ainda, esta atitude pode ter sido motivada pelo mau estado da passarela, ou pode ter havido uma combinação destes fatores. Já o motorista não percebeu a movimentação do pedestre devido à má iluminação do local, ou ao fato de estar com a visibilidade encoberta pelo outro caminhão à sua direita ou por uma falha de percepção.

Destes fatores surgem alguns “TIPOS GERAIS DE FALHAS (TGF)” ou falhas latentes, que seriam os problemas que conduziram às PRÉ-CONDIÇÕES. Se o pedestre foi

incapaz de avaliar os riscos da travessia ser efetuada na via, há uma falha de percepção deste risco decorrente de falta de orientação. Se esta orientação fosse dada a ele, poderia haver uma mudança de comportamento e ele se conscientizaria a utilizar a passarela. O mau estado da passarela decorre de uma falha ligada à manutenção da rodovia e desta mesma falha, origina-se a falta de iluminação adequada na via.

Tabela 2: Tabela-resumo do acidente

RELATÓRIO DE ACIDENTE Nº.: 022		
DADOS GERAIS		
Data:	Dia da semana: <i>sexta</i>	Horário: <i>20:40 h</i>
Local: <i>Rodovia federal, duas faixas por sentido</i>		
Condições da pista: <i>Asfaltada, bom estado, seca</i>		
Condições do tempo: <i>Tempo bom, visibilidade ruim, noite</i>		
VEÍCULO DA EMPRESA		
Ano: <i>1988</i>	Modelo: <i>CT - 33 m³</i>	Velocidade: <i>77 km/h</i>
Tempo de empresa da contratada: <i>5anos 3meses</i>		Subcontratada: <i>não</i>
Tempo de subcontratação:		Tempo de empresa da subcontratada:
MOTORISTA DA EMPRESA		
Idade: <i>36 anos</i>	Estado Civil: <i>casado</i>	Tempo de carteira: <i>13 anos</i>
Tempo na contratada: <i>7 meses</i>		Tempo de caminhão: <i>13 anos</i>
Tempo de empresa: <i>não disponível</i>		Tempo de caminhão-tanque: <i>2 anos</i>
Tempo em que esteve ao volante no dia do acidente: <i>não disponível</i>		
Tempo contínuo ao volante até o acidente: <i>não disponível</i>		
OUTROS VEÍCULOS:		
VEÍCULO 1:		Velocidade:
Idade do motorista:	Sexo:	Estado civil:
VÍTIMAS:		
Fatais: <i>Um (1) morto, não identificado</i>		
Feridos:		
RESUMO DO ACIDENTE:		
<p><i>O CT trafegava pela via na faixa da direita quando viu um outro caminhão sair de um cruzamento e entrar em sua frente com uma velocidade baixa. O motorista do CT resolveu ultrapassá-lo. Quando estava executando esta manobra, próximo a uma passarela para pedestres, o motorista do CT viu um pedestre atravessando a pista (já havia cruzado a faixa da direita). O motorista do CT não teve tempo de frear, tentou guinar para a direita, mas devido ao outro caminhão, não foi possível. O CT atropelou o pedestre. Era noite e a rodovia era mal iluminada e a escada da passarela estava em mau estado de conservação.</i></p>		

Finalmente, as “DECISÕES FALÍVEIS” são as decisões (ou falta delas) que criaram as TGFs. No presente exemplo, fica evidenciada uma falha do Poder Público em executar uma manutenção eficaz na rodovia (neste local) e também ocorre um problema ligado à falta de treinamento dos usuários do sistema de tráfego que não são motoristas, já que apenas estes

últimos são obrigados a possuir conhecimento das leis de trânsito e de como agir dentro do sistema de tráfego.

A tabela 2 contém as informações principais que constam de um relatório de acidente de trânsito. Estes dados são de um acidente real (Miranda, 1997), cuja árvore encontra-se em Anexo.

6 – Considerações finais

A principal virtude do método TRIPOD é despertar para as deficiências de atuação da empresa. Empresas que o utilizam, estão obtendo bons resultados em relação à segurança.

Pode-se perceber, também, a quantidade e a qualidade das informações geradas pela análise de acidentes utilizando o método TRIPOD. Inclusive, ao se analisar a árvore de acidente (Anexo) percebe-se que o método deixa claro onde estão ocorrendo as falhas, tornando mais fácil o seu tratamento. Nota-se, ainda, que a maioria das análises tradicionais investigam os acidentes até os ATOS INSEGUROS, esquecendo das importantes causas anteriores que são possíveis de serem levantadas pela análise TRIPOD. Afinal, muitas manifestações de problemas ligados ao fator humano podem ter sua origem em ações ou aspectos relacionados com a empresa e que podem ter ficado camuflados ao longo do tempo e, mesmo, durante os processos usuais de investigação e análise de acidentes.

Deve-se ressaltar um aspecto importante relacionado com a investigação dos acidentes, a análise será tanto mais rebuscada quanto maior for o número de informações levantadas no relatório de investigação do acidente, ou seja, uma boa investigação é fundamental para uma boa análise com o TRIPOD. Mesmo sendo baseado em análises pós-acidentes, é possível atuar de forma pró-ativa através da eliminação dos TGFs identificados e das decisões administrativas ou gerenciais que criaram o cenário inicial para a ocorrência do desastre. Além do fato de que mesmo sendo o acidente um evento não desejado por ninguém, não se pode negar que ele fornece informações preciosas para um incremento da segurança das organizações.

7 – Bibliografia

- ABNT**, “NBR 14280 - Cadastro de acidente do trabalho – Procedimento e classificação”. Norma Técnica, Associação Brasileira de Normas Técnicas, fevereiro 2001.
- HEINRICH, H. W.**, “Industrial accident prevention: a scientific approach”. McGraw-Hill. 5ed, 1966.
- MIRANDA, V.A.A.**, “Utilização do método TRIPOD na investigação dos fatores envolvidos nos acidentes de trânsito”. Tese M.Sc., Programa de Engenharia de Transportes - COPPE/ UFRJ, 1997.
- PARKER, D. et al.**, “Driving errors, driving violations and accident involvement”, *Ergonomics*, vol.38, nº 5, pp.1036-48, 1995.
- REASON, J.**, “Managing the risks of organizational accidents.” Ashgate, England, 1997.
- SHELL**, “TRIPOD - Visão gerencial global”. Vol. I, Shell, 1995 a.
- SHELL**, “TRIPOD - Guia do Usuário”, vol. II, Shell, 1995 b.
- WAGENAAR, W. A. & REASON, J. T.**, “Types and tokens in road accident causation”, *Ergonomics*, vol. 33. nº 10/11, pp. 1365-75, 1990.

