

# **UTILIZAÇÃO DO MÉTODO TRIPOD NA INVESTIGAÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO ENVOLVENDO MOTORISTAS DE CAMINHÃO – UM ESTUDO DE CASO NO BRASIL**

**Vilmar Augusto Azevedo Miranda**

Petróleo Brasileiro S.A.- PETROBRAS

Rua Almirante Barroso, 81 – 23º andar – Centro – CEP.: 20031-004 - Telefone 55-21-3229-1297

[vilmar.miranda@petrobras.com.br](mailto:vilmar.miranda@petrobras.com.br)

**Marilita Gnecco de Camargo Braga**

PET/ COPPE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

[marilita@pet.coppe.ufrj.br](mailto:marilita@pet.coppe.ufrj.br)

## **RESUMO**

Um acidente é precedido por uma seqüência de fatores contribuintes que, em muitos casos, tiveram origem bem anterior ao fato, em termos de tempo e espaço. A identificação dos fatores que influenciam a história do acidente constitui peça fundamental para inibir a sua ocorrência. Pensando nisso, foi elaborado o método TRIPOD que auxilia na busca de fatores causais dos acidentes. Este trabalho é derivado da utilização deste método na investigação dos acidentes de trânsito envolvendo motoristas de caminhão, no Brasil, e teve por objetivo testar a aplicabilidade do método e identificar os fatores envolvidos nos acidentes de trânsito, tendo identificado o treinamento de motoristas como um forte indutor da segurança da frota de caminhões analisada. A aplicação do método TRIPOD é uma análise abrangente do acidente que permite detectar a necessidade de intervenção em fatores de risco variados como aqueles associados à via, à frota de veículos, ao comportamento dos usuários e à organização do trabalho. Em casos como este, analisado no presente trabalho, é possível identificar fatores relativos à empresa e seu gerenciamento que podem contribuir para a ocorrência de acidentes envolvendo sua frota de veículos e que se constituem em causas básicas dos acidentes. O tratamento destas causas permite bloquear a ocorrência de outros acidentes similares ou de mesma natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Investigação de acidentes, Transporte, Tripod.

## 1. INTRODUÇÃO

Os altos índices de acidentes de trânsito nas estradas brasileiras (estimam-se 50 mil mortos por ano) levam a uma reflexão sobre o que pode ser feito para tentar reverter este quadro. Para isso, deve-se repensar a idéia usual de apenas realizar intervenções isoladas em pontos de maior índice de acidentes que provocam melhorias locais, mas não atacam outros fatores, em especial no caso de motoristas profissionais cujo comportamento pode estar influenciado pela rotina e pelas condições de trabalho.

O condutor é submetido a uma grande quantidade de informações procedentes do próprio veículo, do tráfego, da infra-estrutura e das condições ambientais existentes, sendo que ele controla apenas um dos elementos do sistema, o seu veículo. Interações com o meio ambiente de tráfego, quando mal executadas, geram situações de risco que podem resultar em acidentes de diversos tipos, ferimentos ou morte. Portanto, conflitos e acidentes podem ocorrer quando o homem não conseguir responder de forma correta às solicitações do meio ambiente de tráfego. Tais situações, no caso dos motoristas de caminhão, objeto deste estudo, estão relacionadas aos seguintes fatores: humanos (atitudes e comportamentos influenciados por condições sociais, físicas e psicológicas); veiculares (manutenção, elementos de segurança ativa e passiva); ambientais (neblina, chuva, vento, calor, luminosidade); da via (geometria, pavimento, sinalização); do tráfego (operação viária); profissionais (jornada de trabalho, treinamento, equipamentos disponíveis).

Estes fatores não contribuem de forma isolada para a ocorrência de conflitos e acidentes, podendo interagir na produção de um acidente. O objetivo deste trabalho é testar o uso do método TRIPOD na análise de acidentes de trânsito, de modo a obter um diagnóstico dos possíveis fatores envolvidos nesses acidentes. A grande vantagem do método TRIPOD é possibilitar uma análise retroativa de cada acidente, levando em consideração que o evento analisado pode ter ocorrido devido a uma seqüência de causas tais como Defesas Vencidas, Atos Inseguros, Pré-Condições existentes, Falhas e Decisões Falíveis. A identificação dos fatores permite conduzir a intervenções mais profundas em cada um deles, já que o método permite perceber os múltiplos aspectos envolvidos nos acidentes.

## 2. O MÉTODO TRIPOD

O método TRIPOD foi criado para a empresa em estudo por pesquisadores das universidades de Leiden (Holanda) e Manchester (Inglaterra) para pesquisar os fatores causais envolvidos nos acidentes em plataformas de produção e exploração de petróleo (Wagenaar & Reason, 1990). A pesquisa, que teve início em 1986, culminou no desenvolvimento da Teoria TRIPOD e suas ferramentas de análise, inicialmente visando investigar as causas e a forma de tratar o erro humano. Estes produtos foram disponibilizados para o mercado em 1998 (Risktec Europe, 2008).

A base de dados sobre Métodos de Segurança, mantida pelo *National Aerospace Laboratory – NLR* (Holanda) identificou 701 métodos na base divulgada em janeiro de 2008, dentre eles, o TRIPOD. Ela o descreve como um “método integrando mais de uma técnica” e como sendo uma “técnica para mitigar as fontes de perigo” (NLR, 2008). Este documento aponta que o TRIPOD permite os seguintes 4 estágios do diagnóstico de segurança: identificar riscos e potencial medidas mitigadoras para reduzi-los, monitorar e verificar as condições de segurança, além de permitir o aprendizado a partir do *feedback* para a área de segurança. A base de dados considera 8 diferentes estágios do diagnóstico de segurança, sendo que 676 métodos (96%) abordam de 1 a 3 desses estágios. O TRIPOD está inserido num grupo (4

estágios) do qual fazem parte apenas 15 métodos. Os 10 métodos restantes permitem desenvolver de 5 a 8 estágios.

Como exemplo do seu uso atual, pode-se citar que este é o método padrão do *National Accident Investigation Board* da Holanda e que a Universidade de Leiden é responsável pelo controle de qualidade dos seus instrumentos e aplicações. O método TRIPOD tem sido utilizado em diferentes ramos tais como energia nuclear, indústria química, exploração de óleo e gás, e transporte ferroviário (Risktec Europe, 2008). Schubert & Dijkstra (2008) investigaram problemas, possíveis explicações, soluções e diretrizes para prevenir situações inseguras quando indústrias multinacionais, operando na Holanda, contratam empreiteiras e profissionais de outros países, no caso de indústrias agrárias, químicas e de exploração de gás. Para tanto, trabalharam com o método TRIPOD, identificando áreas problemáticas e 11 fatores básicos de risco, em especial, aqueles relacionados ao gerenciamento empresarial.

De Bruin & Swuste (2008) analisaram 10 cenários de risco nas áreas ambiental, de saúde e de segurança no centro de tecnologia (60 laboratórios de desenvolvimento e pesquisa) de uma empresa multinacional de exploração de óleo e gás. Utilizaram a técnica TRIPOD como uma ferramenta prospectiva que, segundo os autores, “é a abordagem melhor estruturada para representar cenários (metas, riscos e eventos) e suas causas”, embora o método tenha sido desenvolvido para análise retrospectiva de incidentes. Para cada cenário, foi elaborada uma árvore de causas o que permitiu identificar os tipos mais frequentes de falhas e apresentar propostas visando melhorias.

O uso do TRIPOD foi estendido à análise de acidentes de trabalho em geral e, quando da realização do presente estudo, estava prevista sua utilização pela empresa incluída nesta pesquisa, no Brasil, na investigação dos acidentes de trânsito. Este método consiste em identificar as fraquezas do sistema e expor mecanismos de falhas latentes que contribuem para a ocorrência de acidentes. A idéia central do método é que um acidente é apenas o desfecho de uma seqüência de fatores, não ocorrendo por acaso. Isto permite a identificação de fatores de risco, possibilitando tornar efetiva a prática da prevenção internamente à empresa. O presente artigo resulta de um trabalho de pesquisa que utilizou o arquivo de dados de acidentes de trânsito cedido pela empresa e constitui-se na primeira aplicação deste método, em larga escala, na análise de acidentes de trânsito ocorridos no Brasil, com caminhões que prestam serviço à empresa (serviço contratado de diversas empresas de transporte). Esta, com base nos resultados, pode direcionar sua política interna de prevenção de acidentes.

O método TRIPOD preconiza que há uma linha de causalidade ligando decisões falíveis tomadas por gestores, falhas latentes do sistema de gestão, pré-condições que favorecem a ocorrência dos atos inseguros, atos inseguros praticados por algum elemento humano e defesas do sistema que, se vencidas, possibilitam a ocorrência do acidente. Nota-se que um acidente só ocorre quando todas as cinco condições (representadas por cartões perfurados na Figura 1) estão presentes e corretamente alinhadas; uma modificação em uma delas possibilita que o evento não aconteça (Shell, 1995). A aplicação contínua do método depende da capacidade da empresa de integrá-lo à sua política de prevenção de incidentes/acidentes, planejada previamente e concebida como um elemento de seu gerenciamento global.

Cada um dos itens causais é assim definido pela metodologia (Shell, 1995):

- **ACIDENTE:** É um evento raro que ocorre toda vez que um ato inseguro consegue vencer as defesas do sistema. 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.

- **DEFESAS:** São as últimas providências a serem tomadas e que podem impedir que um acidente ocorra ou permitir minimizar os seus efeitos. Estas defesas entram em ação somente na iminência de ocorrer um acidente ou, então, após sua ocorrência para mitigar sua consequência.
- **ATOS INSEGUROS:** São atos que, contrariando os preceitos de segurança, podem causar ou favorecer a ocorrência de um acidente. Os atos inseguros são cometidos em virtude de erros (tropeços, lapsos e enganos) ou de violações. Uma ultrapassagem em uma curva seria um ato inseguro (por violação de uma regra de trânsito, voltada para garantir a segurança). 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 usuários da rodovia; engano, seria uma ação errada que causa um desvio do caminho adequado em direção ao objetivo pretendido, podendo ser ou não revertida (Parker et al., 1995). Já, as violações, poderiam ser definidas como infrações deliberadas de alguma regulamentação ou norma de conduta. Parker et al. (1995) afirmam, ainda, que os erros resultam de problemas de comunicação (informação) e as violações têm um grande componente de motivação (de caráter psicológico). Deste modo, os erros seriam mais fáceis de serem minimizados através de treinamentos de reciclagem ou u aprimoramento no modo como é passada a informação para o motorista. As violações, contudo, deverão ser tratadas por meio de uma mudança de atitude ou estilo de vida, através de uma cultura de segurança.
- **PRÉ-CONDICÕES:** São situações que aumentam a probabilidade de que os ATOS INSEGUROS ocorram. Por exemplo:
  - a) **Falta de intimidade/ inexperiência** - quando se está diante de uma situação potencialmente perigosa ou pouco comum e se é obrigado a tomar decisões sem ter a necessária experiência para tal. Isto pode ocorrer, por exemplo, com os motoristas inexperientes (Blochey & Hartley, 1995; Kim et al, 1995);
  - b) **Escassez de tempo** - trabalho executado em situações emergenciais, para cumprir prazos mínimos de entrega (o motorista é impelido a trafegar em alta velocidade, por exemplo);
  - c) **Sobrecarga de informações** - quando a pessoa recebe uma carga maior de informações do que aquela que ela pode absorver. As empresas devem dar condições a seus motoristas de dirigirem sempre descansados de modo a permitir que eles estejam aptos a processar as informações vindas do ambiente de tráfego. Devem ainda se preocupar em passar aos motoristas somente informações importantes para o desempenho da atividade;
  - d) **Percepção deficiente do risco** - descompasso entre o risco real e o percebido. É importante que a empresa treine o motorista visando a diminuir a discrepância entre risco objetivo (probabilidade de ocorrência de um acidente) e subjetivo (percebido pelo motorista);
  - e) **Abuso de substâncias nocivas** - uso de álcool ou drogas que afetam o desempenho no trabalho. Tanto a empresa quanto o poder público devem atuar no combate ao ato de dirigir sob o efeito de drogas (lícitas ou não) ao volante.
- **TIPOS GERAIS DE FALHAS (TGF):** São falhas latentes derivadas de decisões ou ações tomadas por outras partes da organização. É importante conhecer estas falhas para combatê-las.
  - a) **Organização** - As falhas organizacionais são deficiências estruturais ou gerenciais de uma companhia, que conduzem a condições de insegurança;
  - b) **Comunicação** - As falhas de comunicação são definidas como circunstâncias nas quais a “informação necessária ao funcionamento seguro e eficaz da organização, não alcança os

receptores de modo claro, não ambíguo e inteligível” (SHELL, 1995). Atualmente, com a adoção de sistemas de navegação computadorizados e com um maior uso de equipamentos de comunicação nos caminhões, este TGF alcança maior importância;

- c) **Projeto** - Um projeto seguro é aquele onde se tenta eliminar a possibilidade de erros ou violações e, ao mesmo tempo, possibilita-se a correção do erro se ele ocorrer;
- d) **Equipamentos** – Equipamentos adequados, de boa qualidade e disponíveis para uso em quantidade suficiente, diminuem a probabilidade de ocorrência de acidentes;
- e) **Manutenção** – Visa a manter o sistema disponível e funcionando perfeitamente e de forma segura, minimizando a ocorrência de falhas inesperadas nos equipamentos ou corrigindo-as quando necessário;
- f) **Treinamento** - Este é o principal elemento indutor da segurança, pois incide diretamente sobre o fator humano. O principal responsável por zelar pela eficácia do processo de treinamento deve ser a alta administração da empresa, pois é o treinamento que irá disseminar uma cultura de segurança nos empregados, considerando que tal cultura “abrange todos os fatores sociais e organizacionais que afetam as taxas de acidentes” (Clarke, 2000).

Pode-se concluir que as regras do método TRIPOD, impondo o questionamento sistemático diante de cada fato contribuinte do acidente, levam a causas remotas, alargando o campo de investigação e evidenciando o maior número de fatores envolvidos na geração do mesmo. Além disso, por representar o acidente na forma de uma árvore de causas (Figura 2), o método permite que os fatores carentes de informações complementares sejam colocados em evidência aos olhos de todos os envolvidos no processo de análise. Flin (2004) destaca que métodos de análise de acidentes como o TRIPOD são excelentes ferramentas de coleta de informações comportamentais e organizacionais.

### 3. APLICAÇÃO DO MÉTODO TRIPOD

O exemplo a seguir foi extraído do arquivo de dados, tendo sido transcrito da forma exata como se encontrava no relatório original da empresa estudada. “Um caminhão-tanque trafegava por uma via de duas faixas por sentido de tráfego, na faixa da direita, quando percebeu outro caminhão saindo de um cruzamento. Como este veículo entrou à sua frente com uma velocidade baixa, o motorista do caminhão-tanque resolveu ultrapassá-lo. Quando estava executando esta manobra, próximo a uma passarela para pedestres, o motorista do caminhão-tanque viu um pedestre atravessando a pista (já havia cruzado a faixa da direita). O motorista do caminhão-tanque não teve tempo de frear, tentou guinar para a direita mas, devido ao outro caminhão, não foi possível. O caminhão-tanque atropelou o pedestre. Era noite e a rodovia era mal iluminada, além disso, a escada da passarela estava em mau estado de conservação. No momento do acidente a velocidade do caminhão-tanque era de 77 km/h”.

Para a montagem da árvore do acidente é importante que os dados tenham sido levantados com muito cuidado, com o auxílio de uma equipe multidisciplinar para entender como foi possível a criação do cenário do acidente e como cada um dos elementos falhou no bloqueio das causas que possibilitam a sua ocorrência. Feito isto, identifica-se o tipo de acidente para iniciar a investigação (representada graficamente sob a forma de uma árvore de causas) e preenche-se a coluna “ACIDENTES” da referida árvore; neste exemplo, o acidente foi o atropelamento de um pedestre (Figura 2).

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. Após a identificação das “DEFESAS” é feito o retrocesso da seqüência causal do acidente, pesquisando o motivo de cada evento ter ocorrido.

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 a via sem utilizar a passarela e houve uma má percepção do motorista ao não notar a movimentação do pedestre antes dele iniciar a travessia da rodovia.

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

Enfraquecendo o sistema e criando um ambiente propício para o surgimento das “PRÉ-CONDIÇÕES” estão os “TIPOS GERAIS DE FALHAS (TGF)” ou falhas latentes. Se o pedestre foi incapaz de avaliar os riscos da travessia ao nível da via, há uma falha de percepção deste risco (discrepância entre risco objetivo e risco subjetivo): o pedestre avalia de forma deficiente as condições objetivas de risco do local e do tráfego. Poderia haver uma mudança de comportamento se fossem introduzidos elementos que despertassem o pedestre para o risco existente na travessia ao nível da via. O mau estado da passarela e a falta de iluminação adequada na via decorrem da deficiência de manutenção ou de projeto da rodovia.

Finalmente, as “DECISÕES FALÍVEIS” são as decisões ou a falta delas que criaram as TGF’s. No presente exemplo, fica evidenciada uma falha do Poder Público em executar uma manutenção eficaz na rodovia, neste local, além de um problema ligado à falta de orientação para os usuários do sistema de tráfego, em particular os não motoristas.

Observando a árvore do acidente (Figura 2), pode-se notar a riqueza de informações obtidas com a utilização do método TRIPOD. Percebe-se, ainda, que as ações serão mais eficazes e abrangentes se implementadas no início da seqüência causal, principalmente sobre os “TGF”. Neste exemplo, ações imediatas poderiam ser tomadas, como: a instalação de gradil sob a passarela, visando a desestimular o pedestre a efetuar a travessia em nível; melhorar as condições de segurança e conservação da passarela (para tentar impedi-lo de cometer um “ATO INSEGURO”), mas se não forem oferecidas orientações adequadas aos pedestres do local (“TGF”) ou se as passarelas não forem providas de rampas que facilitem o acesso, situações de risco continuarão a ocorrer.

#### **4. ANÁLISE DA AMOSTRA**

Este trabalho estudou 119 relatórios de acidentes com vítimas fatais, envolvendo caminhões-tanque de empresas contratadas pela empresa estudada num período de 8 anos. Estes veículos faziam parte de uma frota de 2200 caminhões que percorreram, no total, 130 milhões de quilômetros, anualmente (dados fornecidos pela empresa). Mais de 85% dos motoristas de caminhões-tanque envolvidos nos acidentes estudados possuíam idade superior a 30 anos e

mais de 88% dos profissionais estudados eram casados. O conjunto dos motoristas envolvidos apresentava uma boa experiência ao volante (68% têm mais de 10 anos de habilitação) e como motoristas de caminhão (52% com mais de 10 anos dirigindo caminhões). A grande maioria dos motoristas possuía pouco tempo de experiência na direção de caminhões-tanque.

Aproximadamente 62% dos motoristas têm menos de 3 anos de empresa. O teste de tabulação cruzada entre as variáveis *tempo de empresa* e *número de acidentes*, visando a identificar o grau de dependência de uma variável em relação a outra, teve como resultados:  $Tau_c = -0,8878$  e  $Gamma = -0,9216$ , bem próximos de 1,0, que seria o valor máximo possível, indicando forte relação entre as variáveis. O valor negativo do teste indica que quanto mais tempo de empresa, menos acidentes ocorrem. Uma explicação para este resultado é que há uma tendência de que após o treinamento oferecido pela companhia começar a ter resultados, o risco de envolvimento em acidentes seja reduzido, o que poderia demonstrar o acerto deste tipo de investimento.

Entre os caminhões acidentados, 57,98% (69 caminhões) trafegavam a velocidade dentro do limite de 80 km/h, imposto pela empresa, 2 caminhões a velocidade acima deste limite e em 40,34% dos casos (48 caminhões) não foi possível obter dados sobre velocidade. Como o controle da companhia sobre a obediência aos limites de velocidade impostos é encarado com muita seriedade, há uma tendência entre os seus motoristas de obedecê-los. Este monitoramento fornece importante contribuição para a redução das velocidades médias da frota de veículos (Tate, 2004).

Após o levantamento de todas essas características, foi efetuada a análise dos resultados obtidos através da utilização do método TRIPOD. Primeiramente, foram detectados os fatores de risco (geradores) de acidentes, os quatro previstos na NBR 10697 (ABNT, 1989) - fatores humano, via, meio ambiente e veículo - e mais dois (empresa e poder público) que os pesquisadores decidiram analisar para evidenciar o potencial do método para análise de múltiplos fatores. É importante lembrar que o método deve ser utilizado como uma ferramenta que possibilite tratar e aprimorar aspectos detectados na análise e envolvidos na produção dos acidentes, em particular aqueles relacionados a fatores organizacionais da empresa.

## **5. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO TRIPOD**

O primeiro item da seqüência causal de um acidente no método TRIPOD é o das DEFESAS VENCIDAS (tipos mais freqüentes na Tabela 1) por ser o último responsável pela ocorrência do acidente. Observou-se, aqui, apenas a ocorrência do fator humano já que este item representa as chamadas “manobras de evasão”, a última providência que poderia ser tomada para evitar o acidente. Nos casos estudados, esta decisão sempre estava a cargo da pessoa humana (motorista ou não). Contudo, isto não significa relacionar a ocorrência dos acidentes exclusivamente aos fatores humanos, o que fica claro quando se retrocede na análise do acidente e surgem os aspectos envolvidos no mesmo. Schubert & Dijkstra (2008) destacam que os pesquisadores do método TRIPOD fazem parte de uma escola de pensamento que considera que controlar o erro humano como fator de acidentes é uma parte do gerenciamento da segurança, pois existem fatores “escondidos” no processo de gestão das empresas que indiretamente podem fornecer grande contribuição para a produção dos acidentes.

A defesa “Usuário sem cinto de segurança” apresentou baixa ocorrência porque os motoristas

dos caminhões-tanque o utilizam devido às rígidas normas de segurança da companhia em estudo e só foi considerado como DEFESA VENCIDA quando o não uso do cinto ocasionou o ferimento (ou a morte) de algum dos usuários. Algumas das ocorrências classificadas como “Motorista não conseguiu desviar” e “Motorista não conseguiu controlar o veículo” podem ter sido motivadas pelo motorista ter adormecido ao volante, fato de difícil identificação (na maioria das vezes, a vítima faleceu em virtude do acidente e/ou estava viajando sozinha). Na única ocorrência o veículo trafegava com quatro pessoas: segundo testemunho dos ocupantes, o motorista estava muito cansado (não havia dormido à noite) e cochilou ao volante.

O segundo item causal é ATOS INSEGUROS (Tabela 2) onde a via aparece como um fator de risco relevante, responsável por 15,96% dos acidentes. Foi considerado como deficiência da via o fato de um veículo desgovernado invadir a faixa de tráfego oposta (14,55%), pois se a via tivesse sido projetada com algum tipo de defesa no canteiro central, este tipo de acidente poderia ser evitado. Também foi considerado neste item a causa “Acostamento obstruído” (1,41%), pois a operação do tráfego é fator de risco ligado à infra-estrutura. Novamente houve uma alta incidência do fator humano como fator de risco de geração do acidente (84,04%). O tipo de ATO INSEGURO classificado como “Pedestre com pouca defesa na pista” refere-se aos acidentes envolvendo: crianças pequenas que estavam brincando ou transitando próximo à via; pessoas idosas com limitação de locomoção que tentavam efetuar a travessia; pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida que se encontravam em local perigoso e foram atropeladas.

O ato classificado como “Manobra deliberadamente arriscada” é outro importante fator de risco. Bennett & Zuchniewicz (1992) classificaram a maneira imprópria de dirigir (desobediência às regras de trânsito e violações graves), como uma causa frequentemente associada a colisões (IRU, 2007). Já “Motorista não conseguiu perceber o movimento fora da via” está intimamente associado ao tipo de veículo envolvido nos acidentes (caminhão-tanque) que devido ao seu porte possui limitações no que tange à visibilidade. Isto também pode estar associado ao fato de que muitas vezes o motorista vê o que está ocorrendo, mas falha em agir, causando a colisão (Brown, 2005). Claro que, aqui, também influi a imprudência de pedestres e ciclistas que por desconhecimento dos riscos aos quais estão expostos, podem invadir a via sem que o motorista esteja esperando.

É possível que o ato “Carro desgovernado trafegando na faixa oposta” esteja ligado diretamente à velocidade excessiva dos veículos. Porém, como já mencionado, os relatórios dos acidentes não deixam isto claro e não se poderia ser arbitrário afirmando uma velocidade não comprovada, mesmo porque a perda da direção pode ter outras causas. No entanto, é possível que, devido à dificuldade de determinar a velocidade dos veículos não pertencentes às empresas envolvidas, questões associadas a “Velocidade incompatível (dos demais usuários)” estejam subestimadas. É difícil estimar a velocidade do carro de passeio no momento do acidente e não se tem acesso aos tacógrafos de outros veículos profissionais (ônibus e caminhões) envolvidos.

As PRÉ-CONDIÇÕES propiciaram que fossem cometidos os ATOS INSEGUROS. Entre os fatores de risco, novamente há predominância do fator humano (63,96%), principalmente do tipo “Atitude e comportamento inadequados” e “Deficiência de avaliação dos riscos” (Tabela 3). Estes dois estão relacionados, na maioria das vezes, ao ATO INSEGURO classificado como “Velocidade incompatível” (incompatível com: o tipo e estado da via; o fluxo de veículos; as condições locais, de visibilidade ou climáticas) e “Manobra deliberadamente arriscada” (“pegas”, ultrapassagens perigosas, etc.). O fator “Via” tem significativa



participação (21,07%) por causa da “Ausência de anteparo no canteiro central” (Tabela 3) que funciona como um elemento facilitador da ocorrência do ATO “Carro desgovernado trafegando na faixa de tráfego oposta”. Já “Fadiga” (3,81%) refere-se, principalmente, aos ATOS de “Motorista muito tempo ao volante” (0,94%) e “Motorista dirigindo após o horário recomendado” (2,82%, Tabela 2). De Almeida (2002) ressalta que o cumprimento da jornada de trabalho é importante fator de prevenção da fadiga. Graham (1995) apresenta dados que apontam a fadiga como responsável por 10% a 20% dos acidentes envolvendo motoristas de caminhão. O baixo percentual encontrado no presente estudo (3,81%) pode estar relacionado com a dificuldade de estimar quantos ATOS de “Carro desgovernado trafegando na faixa de tráfego oposta” foram causados pelo cansaço. O fator profissional ocorreu num único caso de motorista com pouco tempo de habilitação que estava dirigindo o caminhão-tanque.

Fica claro, nas PRÉ-CONDIÇÕES, a deficiência do conjunto dos usuários do sistema de tráfego quanto à percepção dos riscos e inadequação do comportamento destes em relação à segurança. Isto serve de alerta para que sejam adotadas políticas mais eficazes de treinamento dos usuários. A baixa frequência das “Condições meteorológicas no local” pode confirmar a tendência de que a grande maioria dos acidentes ocorre em boas condições climáticas, quando os motoristas se arriscam mais, além do fato de que, em um país tropical como o Brasil, a maior parte dos dias é de tempo bom.

Uma ocorrência que possui grande importância na análise de um acidente de trânsito é o consumo de álcool e drogas, uma vez que estas substâncias podem atuar como PRÉ-CONDIÇÕES para muitos dos ATOS INSEGUROS ocorridos, como: “Velocidade incompatível”, “Manobra arriscada”, “Não perceber movimento fora da via” ou “Falta de atenção” (ATOS que também podem ser praticados por motoristas sem influência de quaisquer drogas). Shuman (1992) afirma que 10% dos motoristas de caminhão mortos, estudados pelo National Transportation Safety Board (NTSB), estavam sob influência de álcool ou outras drogas. Estudo efetuado no sul do Brasil na década passada chegou à conclusão de que cerca de 50% dos motoristas acidentados estavam alcoolizados (VOLVO, 1994). Sabe-se também que os motoristas de caminhão, no Brasil, frequentemente ingerem drogas (incluindo medicamentos) para manterem-se acordados por longos períodos. Várias entrevistas com profissionais do setor identificaram este problema, embora não exista levantamento de dados ou pesquisa a respeito, dada a dificuldade em obter formalmente tais informações. Aqui houve poucos casos envolvendo usuários drogados ou alcoolizados (1,52%) devido ao rigoroso controle exercido pela empresa estudada sobre os motoristas e em virtude da dificuldade que existe, no país, de se realizarem exames toxicológicos nos envolvidos em acidentes.

O quarto item da seqüência causal é o TGF (Tipo Geral de Falhas) que representa qualquer problema que tenha se manifestado e resultado na PRÉ-CONDIÇÃO (Tabela 3). Como em todos os itens anteriores, o fator humano continua sendo predominante entre os fatores de risco (41,38%), envolvendo: “Percepção deficiente do risco (por motoristas das empresas contratadas pela empresa em estudo)”, “Treinamento e conscientização deficientes (motoristas da empresa em estudo)”, “Pouco tempo de cultura da empresa”, “Manutenção deficiente dos veículos” (quando se refere a veículos de passageiros), “Percepção deficiente do risco (demais usuários)”, “Treinamento e conscientização deficientes (demais usuários)”. O fator poder público surge em segundo lugar (31,85%) – “Percepção deficiente do risco (demais usuários)”, “Treinamento e conscientização deficientes (demais usuários)”, “Fiscalização e Manutenção deficientes das vias públicas”, “Deficiência de projeto da via (geometria, sinalização, etc.)”, “Manutenção deficiente dos veículos” (ausência de

fiscalização), “Veículo muito antigo trafegando” (idem). O fator profissional aparece em terceiro (26,37%) – “Percepção deficiente do risco (motoristas das empresas contratadas pela empresa)”, “Treinamento e conscientização deficientes (motoristas da empresa em estudo)”, “Pouco tempo de cultura da empresa”, “Manutenção deficiente dos veículos” (quando esta falta de manutenção se refere aos caminhões-tanque), “Falha na descrição da rota da viagem”, “Veículo muito antigo trafegando”.

Os tipos de TGF classificados como “Treinamento e conscientização deficientes” e “Percepção deficiente do risco” na Tabela 4 (tanto em relação aos motoristas das contratadas pela empresa em estudo quanto aos demais usuários do sistema de tráfego) foram considerados falha humana e falha da empresa em estudo ou do poder público (conforme ocorra com um funcionário terceirizado pela empresa ou outro usuário) que não foram capazes de detectar que esta falha existia para corrigi-la a tempo. Legalmente, o usuário não pode alegar desconhecimento da legislação em vigor ou inaptidão para a condução do veículo, mas se um motorista despreparado está conduzindo um veículo é porque houve uma falha nos mecanismos de aferição do seu conhecimento e da sua habilidade para dirigir. Neste sentido é que surge a falha das entidades responsáveis pelo treinamento e/ou habilitação dos motoristas: falha humana motivada por uma falha gerencial do poder público ou da empresa.

A TGF “Pouco tempo de cultura da empresa” (Tabela 4) representa o período em que o treinamento oferecido pela empresa a todos os motoristas ainda não conseguiu surtir o efeito desejado sobre este que se acidentou e que está há pouco tempo na empresa: o motorista é submetido a uma reciclagem a cada dois anos de empresa. Já “Deficiência de projeto da via” refere-se a todos os problemas relativos à segurança de tráfego (sinalização inadequada, falha no projeto geométrico, etc.), diferente de “Manutenção deficiente da via” que relaciona-se ao estado de conservação do pavimento, à substituição de iluminação queimada, de placas danificadas, poda de arbustos que comprometam a visibilidade ou conservação de passarelas, entre outros.

Por último, encontra-se o item da seqüência causal mais distante do evento ACIDENTE, que são as DECISÕES FALÍVEIS (Tabela 5), assim chamadas por representarem decisões tomadas pelas administrações e que geraram os TGF's. Por serem decisões gerenciais, em sua maioria, os fatores de risco presentes na sua composição são os fatores profissionais (43,60%) – “Controle deficiente sobre os caminhões em viagem”, “Falha de treinamento dos motoristas da empresa contratada”, “Atuação deficiente sobre a empresa contratada” - e poder público (56,40%). Estas duas entidades têm o poder decisório, uma em relação a seus veículos e motoristas e a outra em relação ao sistema de tráfego como um todo. Há uma grande concentração nas duas causas que fazem referência ao treinamento dos usuários (sejam da empresa ou não) – “Falha de treinamento dos motoristas da empresa contratada”, “Falha de treinamento dos demais motoristas”, “Falha de treinamento dos usuários da via (não-motoristas)”. Outro problema observado está relacionado à fiscalização e manutenção da rodovia – “Falta de fiscalização na rodovia”, “Atenção insuficiente à manutenção da via”. Vecchio-Sadus (2007) afirma ser o treinamento uma das ferramentas imprescindíveis para a construção e consolidação de uma cultura de segurança nas organizações.

## **6. CONCLUSÕES**

O objetivo deste trabalho foi testar o método TRIPOD para diagnóstico e análise de acidentes de trânsito, tentando identificar os fatores envolvidos nos mesmos e que podem ser problemas ligados ao desempenho e comportamento dos usuários, à política interna da empresa e/ou ao poder público (manutenção e operação das vias). Tal método tem por base a idéia de que um acidente é apenas o desfecho de uma seqüência de causas: DEFESAS, ATOS INSEGUROS, PRÉ-CONDIÇÕES, TIPOS GERAIS DE FALHAS (TGF) e DECISÕES FALÍVEIS. O método mostrou-se aplicável na análise dos acidentes de trânsito, bastando para isso que sejam feitos levantamentos completos dos acidentes a serem analisados.

Num primeiro momento, acredita-se que o método possa ser usado por todas as empresas que possuam uma estrutura que permita a mobilização de uma equipe de investigação de acidentes de trânsito. Alerta-se, apenas, para o fato de que esta análise deve ser efetuada por uma equipe com conhecimento de segurança do trabalho e de tráfego, chefiada por técnico do setor de segurança do trabalho da empresa, responsável por treinar técnicos de segurança para as tarefas da análise TRIPOD. Se não for feito deste modo, podem ocorrer distorções nas conclusões geradas pelo método, pois é necessário que se conheça a realidade da empresa a ser estudada, as leis de trânsito e os diversos fatores envolvidos na ocorrência dos acidentes de trânsito. Assim as ações a serem propostas deverão ter consistência nos seus aspectos técnicos e serem exequíveis dentro da realidade da empresa.

Ao longo do estudo foi possível obter indicações de que o fator humano foi o principal fator contribuinte para a ocorrência dos acidentes analisados. Porém há um forte indício de que um sério e consciente programa de treinamento (mas também de fiscalização interna à empresa) consegue reduzir os acidentes de trânsito, visto que “Treinamento deficiente” foi um TGF de significativa importância. Outro motivo da sobrecarga sobre o fator humano é que se não forem tomadas medidas para erradicar os TGF e as PRÉ-CONDIÇÕES, a responsabilidade de evitar um acidente acaba nas mãos do motorista, que nem sempre consegue fazê-lo. Daí a importância de atuar, preferencialmente, sobre as causas primárias dos acidentes (DECISÕES e TGF). As condições da malha rodoviária brasileira também merecem maior preocupação por parte do poder público, uma vez que os acidentes estudados ocorreram em todas as regiões do país e muitos deles poderiam ter sido evitados se houvesse maior atenção à segurança de tráfego nos projetos rodoviários. As rodovias também apresentaram deficiências de manutenção e de fiscalização, o que permanece nos dias atuais.

Uma primeira sugestão para a melhoria do método é a substituição do conceito DECISÕES FALÍVEIS por DEFICIÊNCIAS DO SISTEMA, pois nem todo problema neste item está relacionado a uma decisão, podendo ser uma omissão da empresa ou do poder público. Outra melhoria, desta vez visando à melhor adaptação do método à análise dos acidentes de trânsito (já que, originalmente ele é utilizado para a análise dos acidentes em instalações industriais), foi no sentido de reduzir-se o número de TGF's, retirando aspectos típicos de ocorrências nessas instalações.

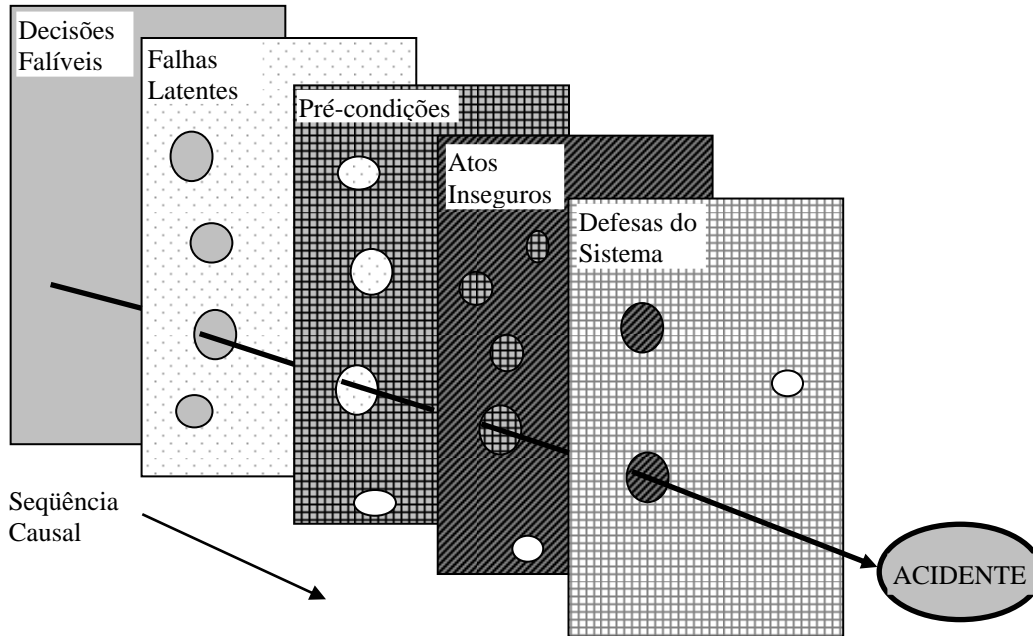
Por fim, pode-se afirmar que a utilização do método TRIPOD para a análise dos acidentes pode trazer inúmeros benefícios para a empresa e seus motoristas já que com a visão completa do cenário que deu origem a cada acidente, torna-se mais simples a busca pela solução mais adequada.

## **7. REFERÊNCIAS**

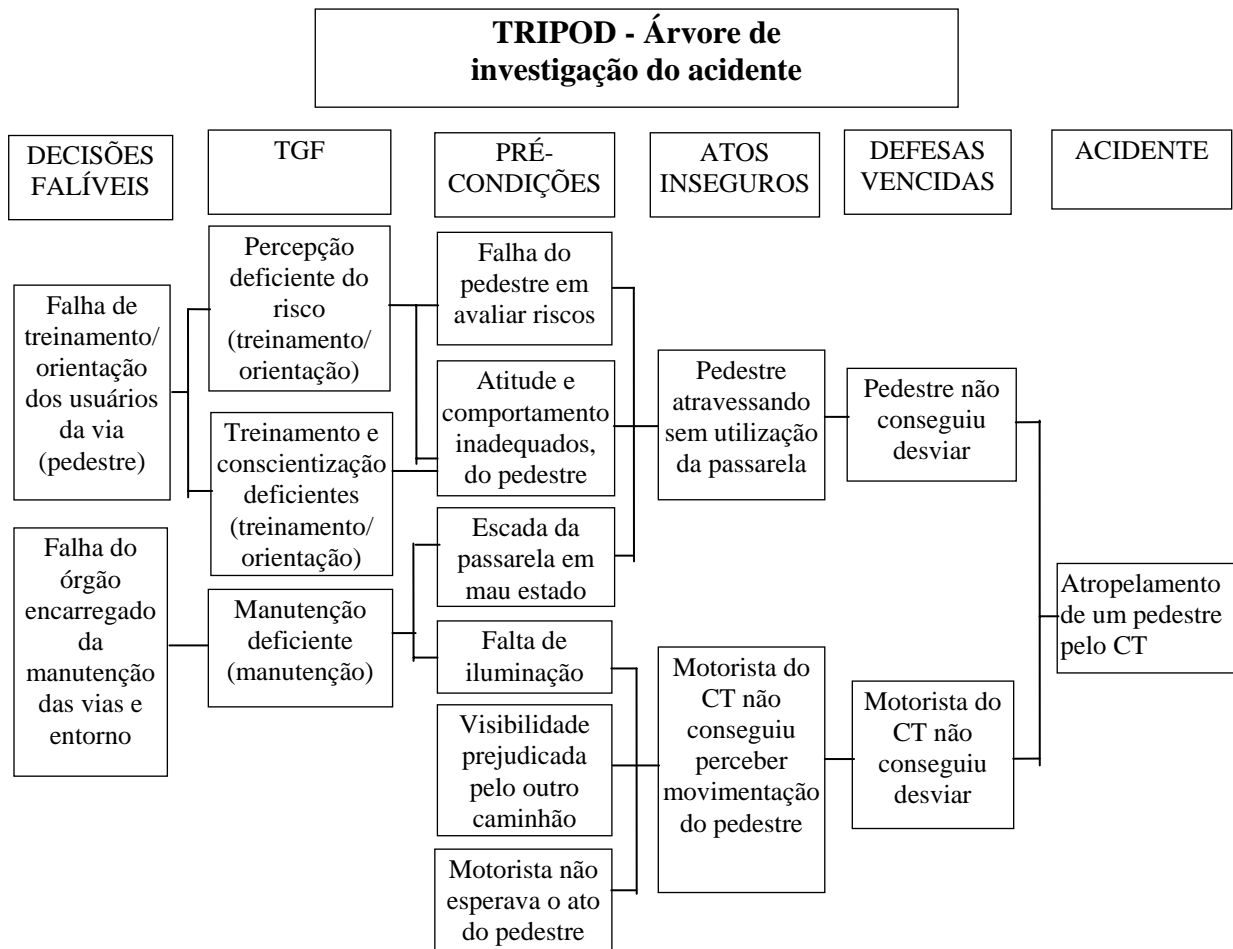
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989) NBR 10697 - Pesquisa de acidentes de trânsito – Terminologia.
- Bennett, M.R & Zuchniewicz, G. (1992) Reduce your risk of crashing. USA, *Traffic Safety*, vol. 92, nº 5, pp. 18-20.
- Blockey, P.N. & Hartley L.R. (1995) Aberrant driving behaviour: errors and violations. *Ergonomics*, vol.38, nº 9, pp.1759-1771.
- Brown, I.D. (2005) *Review of the 'looked but failed to see' accident causation factor*. Road Safety Research Report, nº 60, Department for Transport, London.
- De Almeida, N.D.V. (2002) Contemporaneidade x trânsito reflexão psicossocial do trabalho dos motoristas de coletivo urbano. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 22, n.3, set.
- De Bruin, M. & Swuste, P. (2008) Analysis of hazard scenarios for a research environment in an oil and gas exploration and production company. *Safety Science* 46, pp. 261-271.
- Clarke, S.G. (2000) Safety culture: under-specified and overrated? *International Journal of Management Reviews*, vol. 2, Issue 1, pp. 65-90.
- Flin, R. (2004) Understanding safe and unsafe behaviours: a scientific approach. 7<sup>th</sup> *SPE International Conference on Health, Safety & Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Calgary, Alberta, Canada, 29-31 March.
- Graham, S. (1995) Tired truckers, wake up!. USA, *Traffic Safety*, vol. 95, nº 6, pp. 14-7.
- IRU - International Road Transport Union (2007) *A Scientific Study "ETAC" - European Truck Accident Causation - Executive Summary and Recommendations* -- Disponível em: [http://www.iru.org/index/cms-filesystem-action?file=mix-publications/2007\\_ETACstudy.pdf](http://www.iru.org/index/cms-filesystem-action?file=mix-publications/2007_ETACstudy.pdf)
- Kim, K, Nitx, L., Richardson, J. & Li, L. (1995) Personal and behaviour predictors of automobile crash and injury severity. USA, *Accident Analysis and Prevention*, vol.27, nº 4, pp. 469-481.
- National Aerospace Laboratory – NLR (2008) Safety Assessment Techniques Database\_0.8. Disponível em: <http://www.nlr.nl/documents/flyers/SATdb.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2008.
- Parker, D.; Reason, J. T.; Manstead, A. S. R. & Stradling, S. G (1995) Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*. vol.38, no 5, pp.1036-1048.
- Risktec Europe (2008) Tripod Beta Disponível em: <<http://www.tripodsolutions.net/?rd=http://www.tripodsolutions.net/productitem.aspx?ID=035326b7-7404-4d22-9760-11dfa53ddb3a>> Acesso em: 15 fev. 2008
- Schubert, U. & Dijkstra, J.J. (2008) Working safely with foreign contractors and personnel. *Safety Science*, doi: 10.1016/j.ssci.2008.02.001 (in press).
- Shell (1995) TRIPOD - Visão gerencial global. vol. I, Shell.
- Shuman, M. (1992) Asleep at the wheel. USA. *Traffic Safety*, vol. 92, nº 1, pp. 6-9.
- Summala, H. (1998) Risk control is not risk adjustment: the zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics*, vol. 31, nº 4, pp. 491-506.
- Tate, D. (2004) Building a global driving program that delivers superior results. 7<sup>th</sup> *SPE International Conference on Health, Safety & Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Calgary, Alberta, Canada, 29-31 March..
- Vecchio-Sadus, A. M. (2007) Enhancing safety culture through effective communications. *Safety Science Monitor*, Issue 3, vol. 11.
- VOLVO (1994) Beber e dirigir. Boletim Técnico nº 12, ano 8, Programa Volvo de Segurança no Trânsito.
- Wagenaar, W. A. & Reason, J. T. (1990) Types and tokens in road accident causation. *Ergonomics*, vol. 33. No. 10/11, pp. 1365-75.

**Figura 1 - Seqüência causal dos acidentes**

Fonte: Shell, 1995



**Figura 2 - Árvore de investigação do acidente**



**Tabela 1: Frequência dos diferentes tipos de “Defesas Vencidas”**

Tipo de Defesa Vencida	Frequência	%
Motorista não conseguiu desviar	113	60,11
Motorista não conseguiu controlar o veículo	49	26,06
Pedestre não conseguiu desviar	12	6,38
Ciclista guinou para a frente do caminhão-tanque	2	1,06
Motociclista não conseguiu desviar	4	2,13
Ciclista não conseguiu desviar	2	1,06
Motorista não conseguiu frear	2	1,06
Usuário sem cinto de segurança	3	1,60
Motorista adormeceu ao volante	1	0,53
<b>Total</b>	188	100,00

**Tabela 2: Frequência dos diferentes tipos de “Atos Inseguros”**

Tipo de Ato Inseguro	Frequência	%
Velocidade incompatível (veículos da contratada pela empresa)	30	14,08
Velocidade incompatível (demais veículos)	27	12,68
Acostamento obstruído	3	1,41
Carro desgovernado trafegando na faixa de tráfego oposta	31	14,55
Manobra deliberadamente arriscada("pegas", ultrapassagens, etc)	64	30,05
Motorista não conseguiu perceber movimento fora da via	23	10,80
Pedestre com pouca defesa na pista (criança, idoso, deficiente)	7	3,29
Motorista dirigindo após o horário recomendado pela empresa	6	2,82
Entrada inesperada na pista de pedestre ou ciclista	10	4,69
Outros	12	5,63
<b>Total</b>	213	100,00

**Tabela 3: Frequência dos diferentes tipos de “Pré-condições”**

Tipo de Pré-condições	Frequência	%
Ausência de anteparo no canteiro central	44	11,17
Deficiência de avaliação dos riscos (motoristas da contratada)	45	11,42
Atitude e comportamento inadequados (motoristas da contratada)	44	11,17
Deficiência de avaliação dos riscos (demais usuários)	58	14,72
Atitude e comportamento inadequados (demais usuários)	57	14,47
Condições meteorológicas no local	23	5,84
Problemas de visibilidade (obstruções, poeira, fumaça, noite, etc)	16	4,06
Tacógrafo inexistente, adulterado ou em mau funcionamento	10	2,54
Motorista não esperava o ocorrido	23	5,84
Falha no veículo (manutenção, falta de equipamento, etc.)	19	4,82
Condições da via (sinalização, geometria, iluminação, etc)	29	7,36
Consumo de bebida alcoólica	6	1,52
Fadiga (sonolência)	15	3,81
Outras	5	1,26
<b>Total</b>	394	100,00

**Tabela 4: Frequência dos diferentes tipos de TGF**

<b>Tipo de TGF</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
Percepção deficiente do risco (motoristas da empresa em estudo)	42	14,89
Treinamento e conscientização deficientes (motoristas da empresa em estudo)	44	15,60
Percepção deficiente do risco (demais usuários)	57	20,21
Treinamento e conscientização deficientes (demais usuários)	56	19,86
Pouco tempo de cultura da empresa	12	4,26
Fiscalização deficiente das vias públicas	17	6,03
Manutenção deficiente das vias públicas	11	3,90
Fiscalização e/ou supervisão deficientes por parte da contratada	27	9,57
Deficiência de projeto da via (geometria, sinalização, etc.)	10	3,55
Manutenção deficiente dos veículos	3	1,06
Falha na descrição da rota da viagem	1	0,35
Veículo muito antigo trafegando	2	0,71
<b>Total</b>	<b>282</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 5: Frequência dos diferentes tipos de “Decisões Falíveis”**

<b>Tipo de Decisões Falíveis</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
Controle deficiente sobre os caminhões em viagem	9	5,23
Falha de treinamento dos motoristas da empresa contratada	43	25,00
Falha de treinamento dos demais motoristas	41	23,84
Falta de fiscalização na rodovia	18	10,47
Atuação deficiente sobre a empresa contratada	23	13,37
Atenção insuficiente à manutenção da via	11	6,40
Falha de treinamento aos usuários da via (não-motoristas)	16	9,30
Atendimento deficiente a veículo da empresa enguiçado	1	0,58
Atenção insuficiente à segurança de tráfego nos projetos	10	5,81
<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>