

TT73
PERÍCIA EM ACIDENTE RODOVIÁRIO

ELDAN RAMOS CRISPIM

ENGº CIVIL, GRADUADO PELA E. E. KENNEDY. CREA-MG 57780/D IBAPE-MG - 657 PÓS - GRADUADO EM CONSTRUÇÃO CIVIL PELA UFMG PERITO JUDICIAL DESDE 1993, EM VÁRIAS COMARCAS DE M. GERAIS.

PERÍCIA EM ACIDENTE RODOVIÁRIO MISTERIOSO: DESVENDANDO CIENTIFICAMENTE MESES APÓS O EVENTO, UMA MISTERIOSA COLISÃO ENTRE VEÍCULOS, COM VÍTIMAS FATAIS, SEM TESTEMUNHAS.
ELDAN RAMOS CRISPIM

TRABALHO PROFISSIONAL

RESUMO. *Após um trágico acidente rodoviário, a perícia policial não apresentou elementos conclusivos. Com a intervenção do Poder Judiciário, uma perícia científica foi determinada quase um ano após o evento.*

Com uma abordagem diferenciada, o perito judicial, servindo-se de ferramentas matemáticas e análise sistêmica consegue identificar todos os parâmetros e condições que envolveram os veículos no momento do desastre de forma precisa e segura.

PALAVRAS CHAVE: *Perícia, Colisão, Velocidade.*

Considerações iniciais

Tendo sido nomeado perito judicial, para analisar um grave acidente rodoviário, ocorrido quase um ano antes, entre um trator e um automóvel leve, verificamos nos autos do processo que logo após o evento, foi executada uma perícia no local e nos veículos, por peritos da polícia civil, sendo que o Laudo oferecido não se mostrou conclusivo. O laudo não conseguiu verificar a hora em que ocorreu o evento, ou se no momento era dia ou noite, nem a velocidade dos veículos, ou se um deles estava parado, [...]. O único sobrevivente foi o motorista do Trator, que permaneceu em estado de coma, por vários meses. As observações mais relevantes dessa perícia consistiram em verificar que não havia sinas de frenagem no asfalto e que o automóvel havia colidido de forma direta contra a traseira do trator, aproximadamente no meio de um trecho reto e plano de aproximadamente 3.500,0 metros, com pavimento asfáltico em perfeitas condições.

Após a minuciosa vistoria realizada no local do sinistro, imediações, bem como nos veículos, em conformidade com as Normas da **ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas, bem como rigorosa análise sistêmica, verificamos o seguinte:

3.0- Objetivo

O objetivo do presente trabalho é a análise técnica das circunstâncias em que ocorreu o sinistro que vitimou os parentes dos Requerentes, em conformidade com o C.B.T. e Normas Técnicas da ABNT, além de resposta aos quesitos das partes.

Localização do ponto onde ocorreu a colisão

Os veículos se acidentaram na rodovia MG – 401, na altura do Km 123, entre as cidades de Janaúba e Verdelândia, no norte de Minas Gerais, em zona rural, próximo à subestação da CEMIG: “Janaúba II”.

Descrição do local

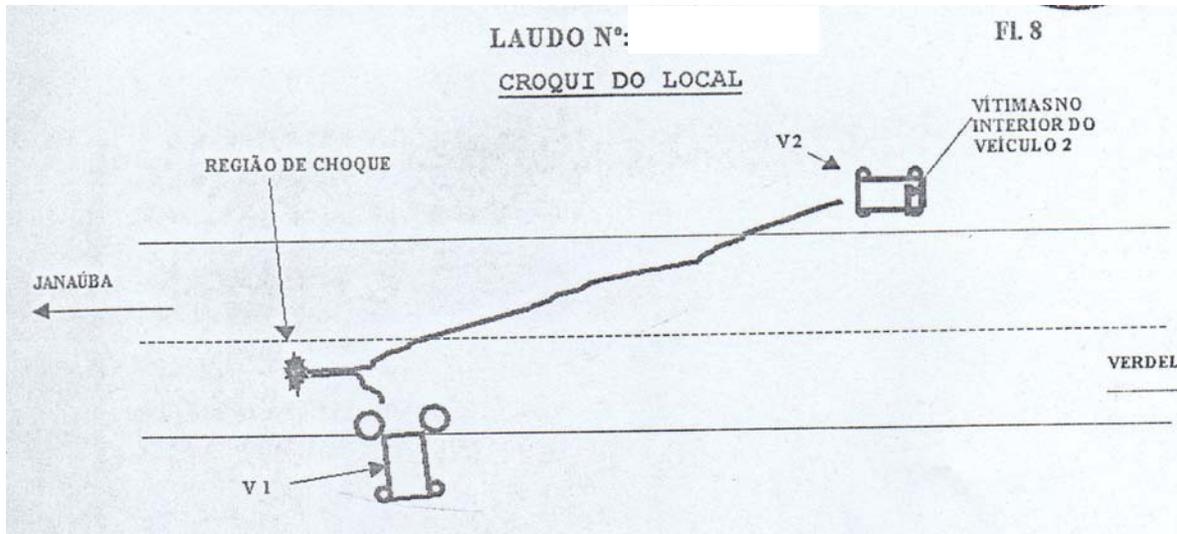
Com a vistoria do local, verificamos que o acidente ocorreu em um trecho da rodovia MG – 401, dotado de pista asfaltada em boas condições de conservação, que compreende uma longa reta, de característica predominante plana, portanto dotada de boas condições de visibilidade e trafegabilidade. A pista de rolamento no local é dotada de faixa longitudinal simples, seccionada permitindo a ultrapassagem em ambos os sentidos. A sinalização horizontal no local é considerada boa e suficiente, a sinalização vertical é deficiente; verificamos também que a estreita faixa lateral da pista de rolamento, com largura média de 1,60 metros, não é suficiente para estacionamento ou parada segura de veículos, assim não pode ser classificada como acostamento.

Detalhamento da vistoria / perícia

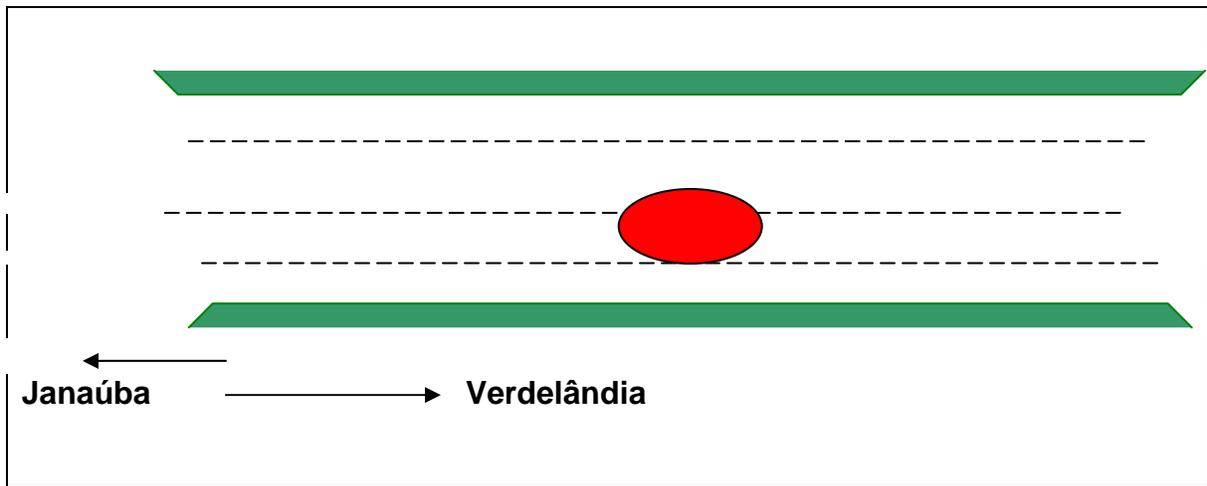
Do local da colisão:

No local, na data e hora fixadas nos autos, iniciamos os trabalhos em conformidade com o disposto no CPC, CDC, CBT, CE do CONFEA e com as Normas Técnicas da ABNT.

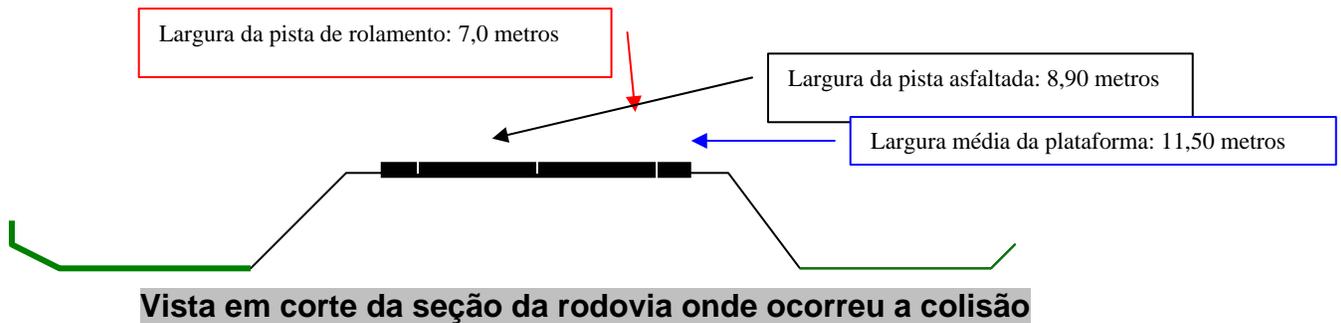
Com a análise dos documentos juntados aos autos, e vistoria do trator danificado, verificamos que o acidente ocorreu quando o veículo “Gol” que trafegava em alta velocidade no sentido de Janaúba para Verdelândia, colidiu violentamente contra a parte traseira do Trator de Pneus Valmet, que trafegava pela mesma pista e no mesmo sentido. O forte impacto direto danificou severamente ambos os veículos. No local verificamos após medições, que a colisão entre o veículo “Gol” e o Trator “Valmet”, ocorreu aproximadamente no meio de um longo trecho reto da rodovia MG – 401. Conforme verificamos no local, existe um trecho reto de aproximadamente 3,5 Km’s; ou seja: 1.900,0 metros de pista reta anterior ao ponto onde ocorreu o evento trágico, sendo que a referida pista continua reta por aproximadamente mais 1.500,0 metros após o ponto onde ocorreu a referida colisão entre os veículos, portanto, conferindo boas condições de visibilidade e trafegabilidade de dia ou à noite considerando o alcance dos faróis do veículo, respeitadas as condições de segurança e direção defensiva.



Croqui de situação: Laudo nº ... : Peritos da Polícia Civil



Local da colisão: aproximadamente no meio de um trecho reto da rodovia com aproximadamente 3,5 Km's



Dos veículos

Com a vistoria nos veículos depositados no pátio do, situado junto à BR - 122, Km, perímetro urbano da cidade de Janaúba, verificamos:

- Que o Trator possui sistema elétrico de iluminação constituído por dois faróis frontais junto ao motor, mais dois faróis frontais adicionais posicionados na parte superior da cobertura da cabine e um farol posicionado também na cobertura da cabine, voltado para a parte de trás do trator (faróis de luz branca), não existe na máquina lanterna(s) traseira(s) de cor vermelha ou outra, nem setas ou outro tipo de iluminação de alerta ou sinalização de emergência – devido ao significativo estado de destruição do conjunto em função do acidente não é possível afirmar, se o mesmo funcionava perfeitamente antes do evento;
- foi localizado o ponto principal de impacto do veículo “Gol”, no trator: roda traseira esquerda (gentileza ver memorial fotográfico anexo ao LP);
- no veículo “Gol” foi analisada a deformação em função da colisão.
- a extensão dos danos, análise sistêmica e demais informações técnicas referentes ao veículo “Gol”, estão baseadas na teoria do impacto centrado e velocidade x deformação.

Estimativa de forças agindo durante a colisão

Apresentamos a seguir uma avaliação teórica do impacto entre a frente do automóvel “Gol” e a traseira do Trator “Valmet”.

O equacionamento aqui apresentado foi baseado inteiramente no trabalho de RECHNITZER (1)

O impacto entre dois veículos pode ser descrito matematicamente pelo emprego das leis do movimento e das leis físicas que governam o impacto.

Impacto centrado

CÁLCULO DAS FORÇAS EM IMPACTOS ENTRE VEÍCULOS PESADOS E VEÍCULOS LEVES

Definição das variáveis:

s = deformação total do automóvel (m)

m₁ = massa do trator (Kg)

m₂ = massa do automóvel (Kg)

v₁ = velocidade do trator antes do impacto (m/s)

v₂ = velocidade do automóvel antes do impacto (m/s)

v₃ = velocidade pós impacto dos veículos (m/s)

v_a = velocidade de aproximação dos veículos = v₁ + v₂ (m/s)

F = força média agindo nos dois veículos no impacto (N)

E = energia cinética (J)

Pela conservação da quantidade de movimento, tem-se:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_3$$

$$v_3 = (m_1 v_1 + m_2 v_2)/(m_1 + m_2)$$

A energia cinética dos dois veículos antes do impacto é:

$$E_0 = 0.5 (m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2)$$

Após o impacto, a energia cinética dos veículos será:

$$E_1 = 0.5(m_1 + m_2)v_3^2$$

A perda de energia no impacto é dada por:

$$\Delta E = E_0 - E_1 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (v_1 + v_2)^2$$

Substituindo a velocidade relativa de aproximação entre os veículos $v_a = (v_1 + v_2)$:

$$\Delta E = E_0 - E_1 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_a^2$$

Energia perdida durante a colisão

Cálculo da força média F agindo entre os veículos para uma dada deformação s .

O trabalho realizado pela força F ($F \cdot s$) é igual à energia perdida no impacto:

$$F s = \Delta E = E_1 - E_2$$

$$F = \Delta E / s$$

$$\Delta E = F \cdot s$$

$$F = m_1 \cdot m_2 \cdot v_a^2 / 2 \cdot (m_1 + m_2) \cdot s = \text{Força média agindo entre os dois veículos}$$

A equação mostra que a **força média de impacto** é função não somente da massa do trator, mas também da massa do automóvel, da **velocidade relativa entre os veículos e da deformação do automóvel** (considerando o trator como ponto rígido).

Da estimativa da velocidade do veículo “Gol”

Conforme informa o Laudo nº, produzido pelos Peritos da S.E.S.P.M.G,D.R.S.P.: “[...] Não foram presenciados no revestimento asfáltico da via, marcas de frenagem do veículo 02 (Gol) antes do embate, o que impossibilita estimar a velocidade em que se encontrava naquele momento, porém, os danos causados nas unidades automotoras indicam que este se encontrava em velocidade excessiva antes do embate [...]”.

VELOCIDADE X DEFORMAÇÃO:

Tabela de dados utilizada nos cálculos (dados obtidos em impacto centrado contra barreira rígida): Velocidade estimada em função da deformação da estrutura do Gol = 120,0 Km/h.

No trecho da rodovia MG – 401, onde ocorreu o acidente é comum a circulação de tratores e máquinas agrícolas. Durante todo o período em que estivemos no local (das 17:00 horas às 19:30 horas), presenciamos a passagem de vários tratores agrícolas. Trata-se de uma região onde a atividade agropecuária é intensa, com alto índice de mecanização.

Com a análise dos documentos anexos aos autos e pesquisa de campo, verificamos também que o trecho onde ocorreu o acidente era bastante conhecido do motorista do veículo “Gol”, que trabalhava e morava na região, portanto era conhecedor da pista de rolamento, assim como do trânsito local de tratores, máquinas, animais, pedestres e portando tinha condição de avaliar o risco que implicava trafegar pelo local durante o dia, durante a noite e em velocidade excessiva.

Velocidade e alcance útil dos faróis

A legislação brasileira estabelece que o condutor deve guardar distância de segurança de seu veículo e o que o precede, evidentemente com o objetivo de que, caso o veículo que segue à frente necessite de uma frenagem brusca, haja condições de que o condutor do veículo que trafega imediatamente atrás tenha condições de perceber e reagir à situação a fim de parar seu conduzido sem que disso resulte colisão da dianteira do segundo contra a traseira do primeiro.

Nos Estados Unidos, há uma regra mais abrangente, chamada **assured clear distance ahead** (regra da distância livre segura adiante), a qual é adotada pela maioria dos estados daquela federação (como por exemplo, a Pennsylvania), a qual impõe ao condutor que dirija de forma a ser capaz de parar seu veículo na distância que lhe seja possível enxergar à frente, em função de toda e qualquer condição de risco, efetivo ou potencial.

Raio de visão – previsibilidade e evitabilidade

No âmbito penal, como na esfera cível, a responsabilidade do condutor que se envolve num acidente de trânsito tem como fundamentos a previsibilidade e a evitabilidade. Ou seja, diante de uma circunstância indiscutivelmente previsível, perceptível e evitável ao condutor, ser-lhe-á cobrada uma ação correspondente, favoravelmente no sentido de que não ocorra um acidente em função daquela situação que se lhe foi apresentada durante o percurso. Sendo assim, é determinante que o condutor deva ajustar sua velocidade de acordo com o raio visual disponível, nisso se incluindo a distância com a qual lhe seja facultado enxergar durante o dia ou em função do alcance dos faróis, à noite, [...], devendo-se adequar a velocidade a essa distância.

O dia-a-dia do trânsito mostra que há dificuldades do condutor para ajustar a velocidade à distância disponível adiante e vice-versa, razão pela qual, quando possível, os órgãos responsáveis pela administração viária devem se preocupar em oferecer solução; no caso supra, ficam caracterizados: deficiência da sinalização vertical, assim como o excesso de velocidade de um dos veículos e velocidade incompatível (baixa) do outro, além de outras irregularidades.

Aspectos da percepção-reação do condutor

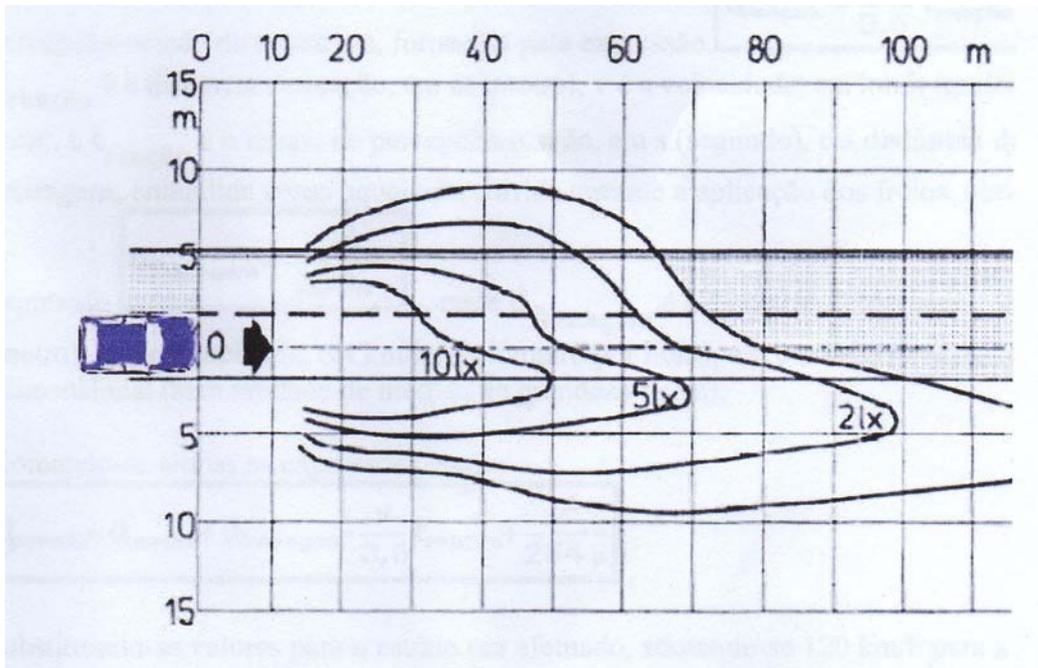
Através da visão o motorista percebe a presença de obstáculos à frente, na trajetória do veículo, ajustando a sua velocidade e a direção. Para o presente estudo há interesse em se estabelecer o tempo necessário para que o condutor perceba o obstáculo e inicie a reação necessária correspondente.

O tempo de percepção-reação do condutor inicia-se quando este recebe um estímulo através da visão e enxerga efetivamente o obstáculo e finda quando terminado o evento correspondente à reação deliberada. Note-se que há várias fases entre um e outro momento. Após o obstáculo se tornar visível, num certo momento o condutor detecta o obstáculo (detecção) e o identifica (reconhecimento), completando-se assim a etapa de percepção. Logo a seguir, o condutor decide sobre o que fazer (decisão) executando a intervenção (ação).

OLSON e SIVAK (4) verificaram que o tempo despendido por motoristas, desde a percepção de um obstáculo para cuja presença não estavam prevenidos até o acionamento dos freios, está em torno de 1,5 segundo.

Alcance útil dos faróis x distância de percepção

As curvas iso-lux de faróis menos potentes informam que estes não alcançam mais que 90 metros à direita e 70 metros, à esquerda, ressaltando que esses valores dizem respeito ao veículo estacionário.



Contudo, há que se ter em conta que o fato de algo estar sendo iluminado à distância pelos faróis de um veículo, iluminado por lanternas ou sinalizado não significa que esse obstáculo esteja efetivamente sendo percebido pelo motorista, já que disso dependem fatores diversos, como a **velocidade**, a **idade do motorista** (71 anos, no caso em tela), a **situação da visão** (a CNH do condutor do veículo “Gol”, apresenta a seguinte restrição:” USO OBRIG. DE LENTES CORRETIVAS”), a **expectativa do motorista sobre a presença do obstáculo**, a **experiência**, a **dimensão**, a **forma e a cor do obstáculo**, a **saúde do condutor**, o **cansaço**, **sono**, [...].

Distância de parada

O cálculo da distância de parada de um veículo (d_{parada}) é obtido da soma distancia de reação do motorista, definida pela distancia percorrida durante o decurso do tempo de percepção-reação do motorista.

Expressão matemática = $d_{reação} = v / 3,6 \cdot t_{reação}$

$d_{reação}$ é a distância de reação em metros, v é a velocidade, em Km/h, e $t_{reação}$ é o tempo de percepção-reação, em segundos.

A distância de frenagem, entendida como aquela percorrida durante a aplicação dos freios, é obtida matematicamente por:

$$d_{\text{frenagem}} = v^2 / 254 \cdot m$$

d_{frenagem} é a distância de frenagem, em metro, v é a velocidade, em Km/h, e m é o fator de arrasto, grandeza adimensional (sem unidade de medida de grandeza física).

Somando-se ambas as expressões, temos:

$$d_{\text{parada}} = d_{\text{reação}} + d_{\text{frenagem}} = v / 3,6 \cdot t_{\text{reação}} + v^2 / 254 \cdot m$$

Substituindo-se valores para o estudo ora efetuado, adotando-se 120Km/h para a velocidade do veículo “Gol”, 1,5 s para o tempo de reação do motorista e 0,8 para o fator de arrasto entre pneus e asfalto bons e secos, encontramos que a distância de parada correspondente é de 120,0 metros, portanto bem superior à distância de 90,0 metros, correspondente ao alcance dos faróis, adotada como referência no estudo em pauta, o que demonstra que nessas circunstâncias, ao se deparar com o trator parado ou em movimento (velocidade máxima de 20 Km/h), a distância do alcance dos faróis seria insuficiente para que esse obstáculo fosse percebido a tempo de o condutor do “Gol”, reagir e evitar o impacto.

Com o auxílio da consagrada expressão de Torricelli:

$$V = 3,6 \cdot (v_0^2 + 2(m \cdot g) \cdot Ds)^{0,5}$$

Onde v é a velocidade final, em Km/h, v_0 é a velocidade inicial, em Km/h, m é o fator de arrasto, adimensional, g é a aceleração da gravidade, constante, igual a $9,8 \text{ m/s}^2$, e Ds é a distância percorrida desde o início da frenagem, em metro, substituindo-se os valores acima utilizados, vê-se que o impacto contra o trator (ou qualquer outro veículo que estivesse no local em baixa velocidade ($\pm 20,0 \text{ Km/h}$),

parado ou entrando em movimento) é inevitável, **ocorrendo a colisão à velocidade de 79,0 Km/h.**

Ainda com uso da equação de Torricelli, substituindo-se valores para v_0 igual a 120,0 Km/h, m igual a 0,8 e D_s igual a 40 m, tem-se que a **velocidade máxima para que o veículo pare com visibilidade de 90 m é igual a 90 Km/h.** Embora no trecho onde ocorreu o acidente a velocidade máxima é de 110,0 Km/h, isto não significa que todos os veículos devam se deslocar pela rodovia nesta velocidade LIMITE – matematicamente com a tecnologia atual de iluminação instalada nos veículos comuns, a velocidade máxima de segurança em rodovias sem iluminação para o tráfego noturno deveria estar limitada a 90,0 Km/h.

Da hora provável de ocorrência da colisão

Analisando as informações contidas nos autos e outras coletadas “in loco”, verificamos o seguinte:

- que o trator foi abastecido com combustível (260,01 litros de Diesel Comum), no Posto Central, situado à Avenida,, centro, Janaúba, MG; na nota de abastecimento às fls. 76 dos autos, consta a data e hora do abastecimento: 24/03/2005 – 16:16:47 horas. Estivemos no local e seguimos o caminho que o trator percorreu, em direção à saída para a rodovia MG – 401, e até o ponto onde ocorreu a colisão foram percorridos 23,10 Km. Em consulta a mecânicos de tratores, vendedores, e operadores de tratores agrícolas, verificamos que a velocidade normal que o trator Valmet 88, seguiria na estrada seria de aproximadamente 19,0 Km/h, em terceira marcha, entretanto seu deslocamento pelas ruas da cidade de Janaúba seria em velocidade próxima de 15,0 Km/h; assim concluímos que se deslocando nestas velocidades médias, possivelmente ele chegou ao ponto onde ocorreu a colisão por volta das 18:20 horas. No horário há muito pouca luminosidade natural, e os faróis se tornam necessários. **Não é possível afirmar que o trator estava estacionado ou parado na pista. Há indícios de que a máquina foi atingida em movimento:**

I) a chave ainda se encontra na ignição (gentileza ver memorial fotográfico) – quando uma máquina é “largada” na estrada ou devidamente estacionada no acostamento, uma das primeiras atitudes do condutor é retirar a chave;

II) os ferimentos do tratorista indicam que o mesmo estava sobre a máquina – se estivesse na pista atrás da máquina teria sido esmagado, se estivesse na frente seria da mesma forma atropelado fatalmente pelo violento deslocamento do maciço metálico, e se estivesse ao largo não seria atingido. Nenhum tratorista estacionaria uma máquina no meio de uma rodovia e ficaria sentado na direção do trator, em meio a uma longa reta;

III) na velocidade que o ‘Gol’ trafegava (estimada entorno de 110 -120 Km/h), não faria qualquer diferença quanto às consequências da colisão o fato do trator ou qualquer outro veículo estar parado ou se deslocando com velocidade próxima dos 19,0 / 20,0 Km/h;

CONCLUSÃO:

Após a minuciosa vistoria realizada no local onde ocorreu a colisão objeto da perícia, análise dos documentos juntados aos autos, vistoria do trator Valmet (de propriedade do Requerido) e pesquisa local; concluímos em conformidade com as Normas Técnicas da ABNT, com a Lei Federal nº 5.194 de 24 de dezembro de 1966 (Que regula o exercício da profissão de engenheiro e dá outras providências), e com o Código de Ética Profissional do CONFEA, que:

- na rodovia MG - 401 é comum o tráfego de tratores pela pista de rolamento;
- a região possui agricultura e pecuária intensiva, bastante mecanizada;
- a colisão entre o automóvel “Gol” e o trator Valmet, ocorreu no meio de um longo trecho reto da rodovia MG – 401;
- o condutor do veículo “Gol”, conhecia bem a região, a rodovia e suas características, já que trabalhava e morava na região – Justificando um descuido com o a velocidade e o meio em que trafegava;
- o condutor do trator era inabilitado;
- não havia no local qualquer defeito no revestimento asfáltico da pista, ou lombada;
- o veículo “Gol” colidiu violentamente contra a traseira do trator Valmet; há indícios de que o condutor do “Gol” não acionou os freios = impacto direto;
- o veículo “Gol” trafegava pela rodovia em velocidade excessiva, incompatível com a segurança no local e condições de visibilidade;
- não é possível afirmar que o Trator Valmet estava estacionado na pista de rolamento – há indícios (detalhados no LP) de que o mesmo estava em movimento quando foi atingido pelo ‘Gol’;
- o fato de o trator estar parado ou se deslocando a 19 -20 Km/h (velocidade em estrada para o trator Valmet 88), não afetaria o desfecho fatal ocorrido;
- na hora estimada da colisão não havia luminosidade natural no local , noite;
- a presença de iluminação ativa no trator também não evitaria a colisão em função do campo de alcance dos faróis do automóvel “Gol” ser efetivamente insuficiente para permitir a imobilização ou desaceleração segura, na velocidade excessiva que se encontrava;
- o agente causador do sinistro e a sua magnitude foi efetivamente o excesso de velocidade do veículo “Gol”, que trafegava a uma velocidade na qual não era possível controlar o veículo em uma situação crítica – como de fato aconteceu = impacto direto, sem qualquer mudança de trajetória, sem acionamento eficiente do sistema de freio.

Recomendações:

É possível evitar o acidente de trânsito se todos os atores cumprirem o disposto no Código Brasileiro de Trânsito, incluindo os órgãos

regulamentadores, que não têm atuado na orientação, fixação e controle da velocidade dos veículos durante a noite, em rodovias não iluminadas.

Anexos:

- Referências Bibliográficas
- Memorial fotográfico
- ART / CREA -MG

Referências Bibliográficas:

1) RECHNITZER, G. – Design Principles for Underride Guards and Crash Test Results. Notes for SAE Heavy Vehicles Protection TOPTEC, April, 15-16, 1997, Palm Springs, USA.

2) NHTSA (Nacional Highway Traffic Safety Administration) Vehicles Crash Test Database. URL: www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/ndr-11/veh.

3) RECHNITZER, G. ; SCOTT, G. e MURRAY, N. W. – The Reduction of Injuries to Car Occupants in Rear End Impacts of Heavy Vehicles. SAE Paper 933123. 37th Stapp Car Crash Conference Proceedings, San Antonio, Texas, USA, November 8-10, 1993.

4) Apud SENS, MICHAEL J. e outros – Perception reaction time values accident reconstruction. Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale, Pennsylvania. 1989, pg. 7.

5) CBT – Código Brasileiro de Trânsito.

6) Pennsylvania Consolidated Statutes. The Vehicle Code, Chapter 33. Driving vehicles at safe speed.

7) OLSON, PAUL L. L. Forensic Aspects of Driver Perception and Response. L. Judges Publishing Co. Tucson, Arizona. USA, 1996, pg. 171.

8) JOACHIM, HANS . The Visibility of a Car-driver in Driving Situations. Society of Automotive Engineers Inc. Warrendale, Pennsylvania, USA 1994.

9) Apud EUROBANKS, JERRY J. – Pedestrian Accident Reconstruction. Lawyers Publishing Co. Tucson, Arizona. USA, 1994, pg.210.