

## **Reconstrução de sinistro de trânsito: importância da análise e interpretação dos vestígios materiais – relato de caso**

Traffic accident reconstruction: the importance of analyzing and interpreting physical evidence – a case report

Denise Vaz de Almeida<sup>1</sup>  
Fernanda Steger De Oliveira Costa<sup>2</sup>  
Letícia Prado Castanheira Costa<sup>3</sup>  
Percilia de Andrade Lucena<sup>4</sup>

### **Resumo**

A perícia em local de crime é importante para a investigação criminal, no que tange a apuração de delitos por meio de vestígios materiais. O exame pericial de local de acidente de trânsito visa reconstruir os acidentes de trânsito através da análise dos vestígios materiais coligidos na via, nos veículos envolvidos e na vítima. E, assim, proporcionar à justiça a verdade dos fatos para a apuração dos crimes. O objetivo deste trabalho é evidenciar a importância do trabalho pericial em local de crimes de acidentes de trânsito com o adequado levantamento de local, coleta de elementos materiais, bem como a análise, estudo, caracterização, interpretação e correlação destes vestígios na reconstrução do acidente de trânsito. O presente trabalho trata-se de um estudo de caso em local de acidente de trânsito ocorrido em uma rodovia na zona rural de um município da região metropolitana de Goiânia. Foi realizada a observação macroscópica, descrição e análise dos vestígios extrínsecos, materializados pela realização de fotografias, medições, coleta e confecção de desenho esquemático. Foi possível reconstruir o acidente de trânsito, estabelecendo sua natureza e classificação, compatível com colisão frontal, a dinâmica, a causa técnica e a influência da velocidade no sinistro em questão.

**Palavras-chave:** Reconstrução. Acidente. Trânsito. Vestígios. Perícia.

<sup>1</sup> [denisealmeida1986@gmail.com](mailto:denisealmeida1986@gmail.com)

<sup>2</sup> [steger.fernanda@gmail.com](mailto:steger.fernanda@gmail.com)

<sup>3</sup> [leticiafccosta@gmail.com](mailto:leticiafccosta@gmail.com)

<sup>4</sup> [percilia1986@gmail.com](mailto:percilia1986@gmail.com)

## **Abstract**

Crime scene investigation plays a crucial role in criminal investigations by establishing the facts of an offense through the examination of physical evidence. Forensic examination of traffic accident scenes aims to reconstruct road traffic collisions by analyzing physical evidence collected from the roadway, the vehicles involved, and the victim. In doing so, it provides the justice system with an accurate account of the events to support the investigation of criminal offenses. This study aims to demonstrate the importance of forensic investigations at traffic accident scenes through proper scene documentation, collection of physical evidence, and the analysis, examination, characterization, interpretation, and correlation of such evidence for accident reconstruction. This study is a case report of a traffic accident that occurred on a highway in the rural area of a municipality within the metropolitan region of Goiânia, Brazil. Macroscopic observation, description, and analysis of extrinsic evidence were performed, supported by photographic documentation, measurements, evidence collection, and the preparation of a schematic sketch of the scene. The investigation enabled the reconstruction of the traffic accident, establishing its nature and classification as a head-on collision, as well as determining its dynamics, technical cause, and the influence of vehicle speed on the occurrence of the accident.

**Keywords:** Reconstruction; Traffic Accident; Traffic; Physical Evidence; Forensic Investigation.

## **1. Introdução**

O Código de Processo Penal (BRASIL, 1940) diz que *“Quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.”* Desta maneira, o exame pericial em local de crime é de suma importância para a investigação criminal, no que tange a apuração de delitos por meio de vestígios materiais. Desta forma, a perícia, de modo imparcial, visa detectar, registrar, analisar e interpretar os vestígios materiais, sempre em busca da materialidade, da autoria de crimes e das respostas necessárias ao completo esclarecimento dos casos sob investigação, visando sempre a verdade e a justiça.

O exame pericial de local de acidente de tráfego visa reconstruir os acidentes de trânsito através da análise dos vestígios materiais coligidos na via, nos veículos envolvidos e na vítima.

De forma a responder “O que houve?”, “Como aconteceu?” e “Por que aconteceu?” tal evento. E, assim, proporcionar à justiça a verdade dos fatos para a apuração dos crimes elencados no Código Brasileiro de Trânsito (ARAÚJO, 2018).

Quanto a primeira pergunta, os acidentes de trânsito têm uma natureza e classificação que são tipificados em choque, capotamento, tombamento, precipitação, saída (ou abandono) de pista, colisão, abalroamento, atropelamento, colisão em cadeia ou colisão sucessiva ou tamponamento, (ARAGÃO, 2016).

Já a segunda indagação se refere (ARAGÃO, 2016) à dinâmica do sinistro, à descrição, narrativa ou à reconstrução do acidente, de modo a narrar o modo como o acidente aconteceu, revelando as três fases do acidente: fase inicial ou pré-acidente, o acidente propriamente dito, fase culminante ou intermediária e o pós-acidente, fase final ou terminal.

A última pergunta refere-se à razão pela qual o acidente aconteceu, ao porquê daquele sinistro, enfim, a causa determinante/técnica do acidente. Além disso, a análise da estimativa de velocidade é importante já que esta poderá ser a causa, concausa ou ainda fator contribuinte para a determinação do acidente de trânsito (ARAGÃO, 2016).

O primeiro passo para o levantamento de local de ocorrência de trânsito é checar os elementos básicos do acidente, os quais justificam e trazem informações acerca dos sinistros. Tem-se os elementos informativos que respondem onde o acidente ocorreu, qual o endereço do local e suas coordenadas geográficas, em que data e hora aconteceu a ocorrência, qual a classificação do acidente, quais foram as unidades veiculares participantes no evento em questão, quantas vítimas e, se possível, a sua identificação. Como eram as condições do tempo, de iluminação, de visibilidade, quais são as características da via, qual o sentido de trânsito e orientação de marcha dos veículos envolvidos no evento (ALMEIDA, 2015). Bem como analisar o isolamento do local e a preservação dos vestígios materiais.

Depois disso, passa-se a observar e analisar a trilogia do acidente, (ARAGÃO, 2016) os vestígios observados na via pública (ambiente), no veículo e no condutor (fator humano), de forma que tais fatores podem estar inter-relacionados, sendo que o fator humano ocupa quase sempre o centro deste triângulo e interage com os demais.

Após analisar tais informações, examina-se a via pública (o ambiente), a via de circulação onde ocorreu o acidente e, assim, caracteriza-se o estado de trafegabilidade do pavimento (condição perfeita, regular ou irregular), o perfil horizontal ou vertical da via, se tem aclive ou declive, se o traçado é reto ou em curva, se existe contaminantes no pavimento e os sentidos de

circulação permitidos (ALMEIDA, 2015). Outro ponto importante é a sinalização da via, se apresenta sinalizações verticais e/ou horizontais, se apresenta sinalização vertical que determina a velocidade máxima permitida naquele perímetro.

Em seguida, analisa-se como foi encontrado o pavimento após o acidente, ou seja, os vestígios coligidos na via, vestígios estes produzidos devido a interação dos veículos com pavimento asfáltico. Estes devem ser identificados, posicionados, medidos, plotados em desenho esquemático ou croqui e materializados por meio de tomadas fotográficas que os deixam registrados (BRASIL, 1940).

Com a análise prévia e levantamento do local é possível reconstruir o acidente de trânsito através da detecção destes vestígios materiais impressos na via e, com isso delimitar o ponto de impacto ou sítio físico de colisão (TORESAN, 2011); verificar a presença de marcas de pneus; detectar a presença de marcas de contato estrutural: estrias e sulcagens; posição de imobilização dos veículos e vítimas; examinar a presença de marcas de arrasto de corpo humano ou animal; checar se houve projeção de líquidos do veículo: óleo de motor, observar a presença de componentes estruturais ou fragmentos vítreos e plásticos dos veículos sobre a via; analisar as vestes das vítimas, presença de pertences e a presença de vestígios biológicos de vítimas.

O sítio de colisão ou ponto de impacto (TORESAN, 2011) é área delimitada pela presença de fragmentos desprendidos dos veículos e, sobretudo, por marcas de deflexão ou de finalização de marcas de frenagem, marcas de fricção ou estrias, sulcagens e de arrasto de corpos rígidos no pavimento.

As marcas de impressão de pneus são um dos vestígios que mais aparecem em um acidente de trânsito, importantes informações sobre a dinâmica do fato, trajetórias dos veículos, velocidade de tráfego, posições de imobilização e de colisão (TORESAN, 2011). As marcas de pneus ocorrem após eventos de colisões, guinadas e frenagens. Elas podem ser do tipo: marcas de rolamento que são marcas impressas sobre uma superfície pelos veículos quando do rolamento de seus pneus, marcas de frenagem que são marcas de desaceleração produzidas pelos pneus sobre uma superfície de rolamento, ocorrem quando o pneu possui movimento de “escorregamento” sobre a via, ou seja, não está em rolamento puro. As marcas de frenagem tendem a ser retilíneas, exibindo internamente linhas longitudinais.

Ainda se tem as marcas de guinada (DAILY, 2007) que são curvilíneas, exibindo internamente linhas transversais ou oblíquas, dependendo do estado dinâmico do veículo. As marcas de roto-translação (DAILY, 2007) são mais complexas e são produzidas devido aos

movimentos de rotação e translação do veículo. Tem-se também marcas de pneus do tipo marcas de aceleração que indicam uma saída abrupta do veículo do ponto em que se encontrava.

As marcas de estrias (OBENSKI, 2007) são marcas de atrito superficiais e de menor profundidade, resultante do arrasto de parte da estrutura do veículo (automóvel, motocicleta) sobre a superfície da via, como em tombamentos/capotamentos ou após uma colisão. Já as marcas de sulcagem (FRICKE, 1990) são de maior profundidade, o que indica um contato de maior atrito/impacto entre as estruturas do veículo e a superfície.

Em seguida, é realizada a vistoria nas unidades veiculares participantes do sinistro, de modo a analisar as deformações em sua estrutura: a localização, a tipificação, a intensidade, a orientação, e a correspondência ou compatibilidade dos danos ou avarias, bem como se houve transposição de tinta (ARAGÃO, 2016).

A localização da sede dos danos tendo como referência o motorista, divide os veículos em setores (ALMEIDA, 2016): anterior, posterior, lateral direito e lateral esquerdo. Em vista lateral divide-se em: terço superior, médio e inferior e em vista superior os setores são divididos em setor angular anterior ou posterior esquerdo e direito, setor anterior ou posterior dianteiro, médio e traseiro, setor lateral esquerdo ou direito dianteiro, médio e traseiro.

As deformações (ARAGÃO, 2016) na carroçaria dos veículos podem ser tipificadas como amassamento, dilaceramento ou cisalhamento, marcas de atritamento ou arrastamento, empenamento, arrancamento ou fratura, estampamento, quebramento, esmagamento, sanfonamento, afundamento, moessa entre outras nomenclaturas. E classificadas de acordo com a intensidade, considerando escala crescente de três categorias de danos: pequena, média e grande monta, (CONTRAN, 2015).

De acordo com a Terceira Lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação “Se um corpo aplicar uma força sobre um corpo B, receberá deste uma força de mesma intensidade, mesma direção e de sentido contrário” pode-se então inferir a orientação das forças, sua direção e sentido no qual se produz as deformações, danos ou avarias nos veículos e, portanto, indicar a correspondência/compatibilidade entre as deformações e o tipo de interação entre as unidades veiculares (ARAGÃO, 2016).

Importante ainda determinar a conformação dos danos, ou seja, a correspondência entre a forma e a intensidade dos danos de um veículo com os danos do outro veículo com o qual interage fisicamente. E, assim, definir a forma como o acidente aconteceu ou a sua reconstrução.

Por fim, no veículo verifica-se as condições operacionais, os sistemas de freios, de direção, de suspensão, de iluminação/sinalização e o estado dos pneus (ARAGÃO, 2016).

Por último, faz-se o exame perinecropsóptico e o estudo das lesões nas vítimas e em suas vestes, vestígios estes importantes para a reconstrução do acidente. (ARAGÃO, 2016) Cita a importância de estabelecer onexo causal entre as localizações e tipificações das lesões dos ocupantes com os danos ou pontos de incidência do corpo no interior do veículo, os setores estruturais externos originados pela colisão veicular e os desvios de rota e/ou outros movimentos impostos à unidade de tráfego ao curso de um acidente.

O homem sempre participa do acidente de tráfego, sendo ele o centro da trilogia já citada. Sua participação é dada pela ação ou omissão nos casos previstos de imprudência, imperícia e negligência, nos casos de crimes culposos (BRASIL, 1940). O que é determinante para a Justiça na aplicação da justa pena.

Além disso, a reação humana frente a eventos de tráfego pode ser estudada através do tempo de percepção-reação frente a uma situação de risco iminente, tempo este que pode variar de 0,75 a 1,5 segundos de acordo com a detecção ou informação visual do perigo até a atitude, decisão, seleção e resposta (ALMEIDA, 2016). Alguns fatores podem afetar o tempo de percepção-reação tais como a idade, o álcool e outras drogas, influência do sexo, experiência, familiaridade, memória, visão, condições do ambiente e fadiga.

Por fim, destaca-se a avaliação da velocidade dos veículos envolvidos em acidente de tráfego, de modo, a estimar a velocidade de circulação pré-impacto, no momento do impacto e pós-impacto. Cálculos estes possíveis através do estudo das leis da Física e análise e interpretação dos vestígios materiais coligidos no local do sinistro. Por exemplo, (TORESAN, 2008) um veículo equipado com um sistema de freios convencionais, durante uma situação de desaceleração de emergência, produzirá marcas de frenagem sobre a pista. Conhecendo o comprimento das marcas de frenagem (s) e usando um coeficiente de atrito médio ( $\mu$ ) “adequado” para a pista, o exame pericial pode determinar a quantidade de Energia Cinética transformada em Trabalho durante o processo de desaceleração. O resultado é a obtenção da tradicional fórmula para cálculo de velocidade (v), também conhecida como equação de Torricelli. Existem também outros métodos como a projeção de pedestres (EUBANKS, 1998), energia de deformação (IURETA, 2003), o Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear (PCQML) é utilizado para o cálculo das velocidades dos veículos no momento da colisão (OBENSKI, 2007), entre outros.

Existe também o tacógrafo (ALMEIDA, 2016) – palavra construída a partir do vocábulo grego tacos, que significa movimento, e grafos, que significa escrever – que é o instrumento usado em veículos com fito de monitorar seu desempenho e o comportamento do condutor no decorrer do tempo, gravando as velocidades, as distâncias percorridas e as vibrações presentes no percurso. Assim, o Código Brasileiro de Trânsito (ARAÚJO, 2018) trata o tacógrafo como registrador instantâneo de velocidade e tempo.

Os tacógrafos, (TORESAN, 2010) conforme o registo de dados e a tecnologia são classificados em mecânico, eletrônico e digital e sua obrigatoriedade está relacionada aos tipos de veículos e sua função de transporte: os registradores instantâneos de velocidade e tempo são obrigatórios para os veículos de transporte e de condução escolar, os de transporte de passageiros com mais de dez lugares e os de carga com peso bruto total superior a 4,536 quilogramas, (ARAÚJO, 2018).

Quanto à prioridade em manuseio do tacógrafo em locais de acidente de trânsito, o artigo 279 do Código Brasileiro de Trânsito (ARAÚJO, 2018) cita *“Em caso de acidente com vítima, envolvendo veículo equipado com registrador instantâneo de velocidade e tempo, somente o perito oficial encarregado do levantamento pericial poderá retirar o disco ou a unidade armazenadora do registro”*

## **2. OBJETIVO**

Diante do exposto acima, o objetivo deste trabalho é evidenciar a importância do trabalho pericial em local de crimes de acidentes de trânsito com o adequado levantamento de local, coleta de elementos materiais, bem como a análise, estudo, caracterização, interpretação e correlação destes vestígios na reconstrução do acidente de trânsito.

## **3. METODOLOGIA**

Para a realização do levantamento, procedeu-se inicialmente à oitiva dos policiais militares presentes no local do evento, visando obter um breve histórico da ocorrência. A seguir, procedeu-se à observação macroscópica, descrição e análise dos vestígios extrínsecos, materializados pela realização de fotografias, medições, coleta e confecção de desenho esquemático representativo.

#### **4. RELATO DE CASO**

Em 2018, a equipe de perícia criminal foi acionada para atendimento de ocorrência de acidente de trânsito ocorrido em uma rodovia na zona rural de um município da região metropolitana de Goiânia. O histórico do acidente apontava para um sinistro ocorrido entre um automóvel e um caminhão, com duas vítimas fatais carbonizadas. Passou-se a denominar V-1 para o automóvel e V-2 para o caminhão. Não serão relatados dados de identificação dos veículos e das vítimas fatais, a fim de manter o sigilo da investigação.

No momento da chegada da equipe pericial o local encontrava-se isolado por cones, fitas zebreadas e pela presença física das viaturas da polícia militar que isolaram o trânsito de veículos no local, sem interrupção total do fluxo na rodovia.

Quanto à preservação dos vestígios, foram relatadas e constatadas alterações aparentes no estado geral das coisas. O local foi previamente acessado pelo Corpo de Bombeiros Militares (CBM) e populares na tentativa de cessar o fogo em V-1. Além disso, o trânsito no local não foi totalmente interrompido assim como o acesso de transeuntes, antes da chegada da equipe pericial. A movimentação prévia de veículos no local pavimentado com excesso de derramamento de fluido, devido ao impacto entre veículos, pode ter prejudicado a visualização e preservação de vestígios, como marcas de arrastamento/compressão pneumática. Apesar disto, o processamento do local não se tornou impossibilitado.

Após tais análises, passou-se para a descrição da via. A via em questão apresentava pista simples, sentido de trânsito duplo, traçado reto com declive suave no sentido sudeste, orientação direcional noroeste/sudeste. A pista estava em obras, as faixas eram separadas por linha amarela contínua pouco nítida, apresentava meio-fio na lateral direita ou margem sudoeste. A pista apresentava acostamentos bilaterais. A pista apresentava-se seca, com pavimentação asfáltica usada e lisa, não se observando falhas de construção ou contaminantes de pista, com regime de trânsito moderado, com restrições de visibilidade e sem iluminação pública artificial.



Ilustração 01: Vista do local de ocorrência de tráfego. Fonte: Autor (2018).

Em seguida, foi realizada a identificação dos veículos e das vítimas fatais. E por fim, a confecção de desenho esquemático representativo, bem como a identificação e medição dos vestígios materiais coligidos no local. Assim, foi possível determinar:

Marca 1: sítio físico de colisão evidenciado pela presença de marcas de sulcagem de coloração esbranquiçada, devido ao contato violento das partes metálicas de V-1 com superfície asfáltica, marcas de fricção e fluido, na faixa de trânsito na margem sudoeste da rodovia 59,10m (cinquenta e nove metros e dez centímetros) da posição de imobilização das unidades veiculares, 3,72 m (três metros e setenta e dois centímetros) do bordo do meio-fio a margem sudoeste da referida via.



Ilustração 02: Marca 1 Fonte: Autor (2018).

Marca 2: marca de arrasto de V-1 engajado em V-2 sobre o pavimento asfáltico, em formato retilíneo, medindo 59,10m (cinquenta e nove metros e dez centímetros), iniciando à margem sudoeste da referida via após marca 1. Mancha de fluido ao longo deste trecho, sentido

noroeste/sudeste. Presença de peças veiculares, fragmentos vítreos e plásticos dispersas por 59,10m (cinquenta e nove metros e dez centímetros) horizontalmente, sentido noroeste/sudeste, nas proximidades do acostamento a margem sudoeste da referida via, desde o ponto em que houve o primeiro contato entre veículos até o repouso final.



Ilustração 03: Marca 2.  
Fonte: Autor (2018).



Ilustração 04: Presença de peças veiculares, fragmentos vítreos e plásticos dispersos e mancha de fluido. Fonte: Autor (2018).

Marca 3: posição de repouso final de V-2 com a frente voltada para sudeste aproximado, com pneumático traseiro esquerdo 4,77 m (quatro metros e setenta e sete centímetros) do bordo do meio-fio da pista à margem sudoeste e o pneumático traseiro direito 2,04 m (dois metros e quatro centímetros) do bordo do meio-fio da pista à margem sudoeste da rodovia.

Marca 4: posição de repouso final de V-1 (automóvel) com frente voltada para o nordeste aproximado engajado na cabine dianteira de V-2 2,54 m (dois metros e cinquenta e quatro centímetros) do bordo do meio-fio da pista à margem sudoeste da rodovia e 1,70m (um metro e setenta centímetros) de altura do solo.

Posição de repouso final do condutor/vítima de V-1 e o passageiro no banco dianteiro de V-1.



Ilustração 05: Marcas 3 e 4. Fonte: Autor (2018).

Examinou-se logo após os veículos envolvidos. A unidade veicular automóvel V1 exibia deformações permanentes, diretas e recentes, classificadas de grande monta, com sede de impacto no setor frontal, típicas de interação/impacto contra corpo rígido, orientadas de anterior para posterior, com o comprometimento funcional dele. Tais danos e avarias são caracterizados por afundamento da carenagem externa, capô, região anterior, quebraimento dos vidros, faróis, lanternas, atritamento, amassamento/sanfonamento do teto, arrancamento do paralamas, empenamento das portas, pneumáticos dianteiros desprendidos e furados.

Além de, avarias no automóvel causadas por meio físico-químico (ação direta do fogo), indicativo de ter se iniciado pela combustão de fluidos liberados pós-embate: danos estes em setor anterior e setor lateral direito e esquerdo (regiões dianteira e média). Observa-se oxidação das partes metálicas e do revestimento (pintura) nessas regiões. Avarias causadas pelo calor/temperatura (ação indireta do fogo): setor lateral esquerdo e direito (regiões dianteira e média) e interior do veículo porção anterior e mediana. Foi inspecionado o estado de conservação dos pneus traseiros e constatou-se que se encontravam em condições inadequadas de trafegabilidade.



Ilustração 06: Danos e Avarias em V-1. Fonte: Autor (2018).

A unidade veicular V-2 exibia deformações permanentes, diretas e recentes, classificadas de pequena monta, com sede de impacto no setor frontal, típicas de interação/impacto contra corpo rígido, orientadas de anterior para posterior, sem o comprometimento funcional dele. Tais danos e avarias são caracterizados por quebraamento dos faróis dianteiros, para-lama, sinaleiras e carenagem exterior da cabine região mediana e inferior. Inspeccionado o estado de conservação dos pneus constatou-se que se encontravam em condições adequadas de trafegabilidade. Não foi possível analisar as condições operacionais, os sistemas de freios, de direção, de suspensão, de iluminação/sinalização, devido aos danos nos veículos.



Ilustração 07: Danos e Avarias em V-2. Fonte: Autor (2018).

Em seguida, examinaram-se as vítimas fatais: a primeira vítima encontrava-se em repouso no interior de V-1, sentado no banco da frente. A análise médico-legal apontou a presença de lesões externas: politraumatismo corporal gravíssimo com desorganização de praticamente toda maquinaria orgânica e deformidades acentuadas e generalizadas, lesões contundentes em todo

organismo associadas a grande queimadura de terceiro grau em 80% do corpo. Óbito por politraumatismo gravíssimo, grande queimado.

Já a segunda vítima encontrava-se em repouso no interior de V-1, sentado também no banco da frente com lesões externas politraumatismo corporal gravíssimo com desorganização de praticamente toda maquinaria orgânica, lesões contundentes em todo organismo e deformidades associadas a grande queimadura de segundo e terceiro graus. Óbito por politraumatismo gravíssimo, grande queimado.

Com o registro e detecção dos vestígios relacionados acima, foi possível analisar e estimar a velocidade de tráfego das unidades veiculares participantes do sinistro em questão. No local foi recolhido o disco diagrama de tacógrafo de V-2 o qual se encontrava em condições de uso e com suas devidas marcações. Conforme análise do disco diagrama de tacógrafo foi possível estabelecer o horário do impacto/colisão, através da vibração da agulha, qual seja 20h25min, bem como a velocidade de V-2, no momento do impacto, qual seja, 74Km/h ou 20,55m/s, seguida de desaceleração até seu repouso final.

Depois disso, foi realizado cálculos para estimar a velocidade da unidade veicular V-1 envolvida no sinistro, através de elementos técnicos materiais coligidos no local.

Com o uso do software RACTT® calculou-se a velocidade do conjunto (Caminhão + automóvel) após a colisão através do cálculo de velocidade simples com atrito, e, assim utilizando a distância de frenagem/arrasto, qual seja,  $s = 59,10\text{m}$  (cinquenta e nove metros e dez centímetros) do ponto de impacto até a imobilização das unidades veiculares, o coeficiente de atrito  $\mu 0,3$ , para o conjunto e aceleração da gravidade  $g=9,81\text{m/s}^2$ , através da seguinte fórmula:  $V=\sqrt{2.g.\mu.s}$ . Tendo como resultado: 67,14 km/h ou 18,65 m/s, velocidade está do conjunto (Caminhão + automóvel) após a colisão.

Sabe-se que não é prudente a aplicação do Princípio de Conservação Quantidade de Movimento (PCQM) com veículo com massas muito diferentes, na verdade não existe um critério numérico universal e discutido em relação à compatibilidade das massas em colisões de acidentes de trânsito para a aplicação do Princípio de Conservação Quantidade de Movimento (PCQM). No caso submetido a estudo, se conhece com precisão relativa à velocidade com que V-2 impacta contra V-1 e a trajetória durante a colisão é linear. Esta circunstância determinada em função das evidências, facilitou a aplicação do Princípio de Conservação Quantidade de Movimento (PCQM) como um dos métodos de resolução do caso.

Considerando as características da colisão entre os veículos neste sinistro analisado como linear, com velocidade de V-2 anterior a colisão conhecida, através da análise do disco de tacógrafo como sendo 74Km/h ou 20,55 m/s e desprezando o movimento rotacional de V-1 após o impacto, visto que a energia dissipada neste caso é mínima, pôde-se calcular a velocidade de circulação de V-1 anterior a colisão. Utilizando para o cálculo os seguintes dados: massa de V-2: 17300Kg (conforme ficha técnica do veículo); massa de V-1 (automóvel): (420 + 80 +80) Kg (conforme ficha técnica do veículo) somando a massa dos dois ocupantes do veículo: 580 Kg; velocidade do conjunto (Caminhão + automóvel) após a colisão: 18,65m/s; velocidade de V-2 anterior a colisão conhecida, através da análise do tacógrafo: 74 Km/h ou 20,55m/s. Cálculos realizados utilizando a seguinte fórmula:  $v1 = \frac{M1 \cdot V1' + M2 \cdot V2' - M2 \cdot v2}{M1}$ . Tendo como resultado a velocidade de circulação de V-1 anterior a colisão como sendo: 136,88 Km/h ou 38,02 m/s.

## 5. DISCUSSÃO

Depois da realização de cálculos para a estimativa de velocidade dos veículos envolvidos no evento, passou-se a analisar e interpretar os vestígios encontrados no local e acima citados e daí responder às questões introduzidas no início do presente trabalho “O que houve?”, “Como aconteceu?” e “Por que aconteceu?” tal evento.

Com tal análise e interpretação pode-se inferir que o sinistro em estudo ocorreu ou deve ter ocorrido da seguinte forma:

As unidades veiculares V-1 e V-2 trafegavam pela rodovia em questão, V-1 à faixa nordeste e V-2 à faixa a sudoeste da pista, quando em trecho reto envolveram em ocorrência de tráfego classificada como colisão frontal por invasão de pista.

O evento teve início com o condutor de V-1 derivando ou permitindo que sua unidade derivasse para a esquerda de seu sentido de marcha, invadindo a pista de V-2, o que pôde ser evidenciado pela marca 1, sítio físico de colisão, caracterizado por marcas de sulcagem de coloração esbranquiçada, marcas de fricção e fluido, na faixa de trânsito na margem sudoeste da rodovia 59,10m (cinquenta e nove metros e dez centímetros) da posição de imobilização das unidades veiculares, 3,72 m (três metros e setenta e dois centímetros) do bordo do meio-fio a margem sudoeste da referida via.

Em seguida, após impacto V-1 e V-2 arrastam-se engajados sobre o pavimento asfáltico 59,10m (cinquenta e nove metros e dez centímetros), ao longo deste trecho, sentido noroeste/sudeste até posição de imobilização final. Observa-se neste trecho a presença de peças veiculares, fragmentos vítreos e plásticos, dispersos horizontalmente, sentido noroeste/sudeste, nas proximidades do acostamento a margem sudoeste da referida via, além de derramamento de fluido desde o ponto em que houve o primeiro contato entre veículos até o repouso final.

Assim, na fase pós-embate, V-1 imobilizou-se com sua frente voltada para o nordeste aproximando engajado na cabine dianteira de V-2 a margem sudoeste da rodovia e 1,70m (um metro e setenta centímetros) de altura do solo. E V-2 com sua frente voltada para sudeste se aproxima na margem sudoeste da rodovia.

Os sítios de repouso das unidades derivaram do sentido direcional da resultante do par de forças principais que atuaram no momento do embate, que para V-1 ocorreu devido ao trabalho de deslocamento por atrito (dinâmico e estático) de seus pneumáticos e por arrasto de suas partes metálicas no pavimento asfáltico. Enquanto que para V-2 desenvolveu-se por inércia, mantendo seu movimento retilíneo até repouso final, e, também, devido ao trabalho de deslocamento, por atrito (dinâmico e estático) de seus pneumáticos no pavimento asfáltico pós-embate.

Quanto às deformações, tem-se que os veículos possuíam danos diretos e permanentes. Os setores frontais exibiam avarias de tipificação similar, desenvolvidas de anterior para posterior e que guardavam correspondência entre as unidades veiculares V-1 e V-2.

Segundo as características qualitativas das deformações, sobretudo, no que tange à topologia, orientação e conformação, as unidades de tráfego interagiram por seus setores frontais, caracterizando a ocorrência de uma colisão frontal. O afundamento e amassamento da carenagem externa, capô, região anterior, quebramento dos vidros, faróis, lanternas, atritamento, arrancamento do paralama, os pneumáticos dianteiros furados e desprendidos corroboram para a dinâmica de colisão frontal entre as unidades veiculares. Os danos coligidos nos componentes situados entre o setor avariado e o eixo dianteiro de V-1 e V-2 derivam da interação entre as unidades.

Além disso, as avarias no automóvel causadas por meio físico-químico (ação direta do fogo), indicativo de ter se iniciado pela combustão de fluidos liberados após embate: danos estes em setor anterior e setor lateral direito e esquerdo (regiões dianteira e média). Observa-se também a oxidação das partes metálicas e do revestimento (pintura) nessas regiões. Avarias estas causadas pelo calor/ temperatura (ação indireta do fogo): setor lateral esquerdo e direito (regiões dianteira e média) e interior do veículo porção anterior e mediana e nos corpos das vítimas fatais.

Segundo os vestígios supracitados e os ferimentos sofridos pelo condutor de V-1 e passageiro, as causas dos óbitos como politraumatismo corporal gravíssimo com desorganização de praticamente toda maquinaria orgânica e deformidades acentuadas e generalizadas, lesões contundentes em todo organismo associado a grande queimadura de segundo e terceiro grau no corpo, tendo o óbito por politraumatismo gravíssimo, confirmam a determinação da dinâmica da ocorrência de trânsito como sendo embate frontal entre eles.

Depois de já explicitado a dinâmica do acidente, bem como a classificação da natureza e a discussão acerca de tal sinistro, resta instituir a causa técnica determinante e responder o porquê aconteceu tal evento. Esta resposta está diretamente relacionada à ação do condutor de V-1 (fator humano), devido ao desvio de direção que se deu por motivos que não se pôde precisar materialmente, aliado ao excesso de velocidade, o qual invadiu a pista de trânsito oposta e colidiu frontalmente na rodovia em questão contra a unidade veicular V-2.

## **6. CONCLUSÃO**

Diante do relato de caso acima exposto foi possível discutir a importância da análise e interpretação dos vestígios materiais em local de ocorrência de tráfego, bem como citar os tipos de vestígios impressos na via, nos veículos envolvidos e nas vítimas e, demonstrar através de cálculos matemáticos e leis da Física, utilizando-se de ferramentas e softwares específicos para tal finalidade, a estimativa de velocidade dos veículos envolvidos, através de dois métodos específicos (velocidade quadrática e o princípio da quantidade de movimento), além do estudo do tacógrafo do caminhão.

Desta forma, foi possível reconstruir o acidente de trânsito em questão, estabelecendo sua natureza e classificação, compatível com colisão frontal, bem como a dinâmica do sinistro em questão e determinar assim, sua causa técnica. De modo a responder “O que houve?”, “Como aconteceu?” e “Por que aconteceu?” tal evento. E assim, oferecer os subsídios necessários à Justiça quanto à prova material e a verdade do fato, para a apuração do crime de homicídio culposo no trânsito determinado pelo artigo 302 do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) possibilitando a Justiça a aplicação da justa pena.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, L. L. Manual de Perícias em Acidente de Trânsito. 2. Ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2016, 486p.

ARAGÃO, R. F. Acidentes de Trânsito Análise da Prova Pericial. 6. Ed. Campinas, SP: Millennium Editora, 2016, 726p.

ARAÚJO, J. M. de; PAZETTI, A. L. T. Código de Trânsito Brasileiro Anotado e Comentado. 7. São Paulo, SP: Ed. Letras Jurídicas Editora, 2018, 1327p.

BAKER, K. S. Traffic Collision Investigation. Ninth Edition. Northwestern University for Public Safety, 2001.

BRASIL. Câmara dos deputados. Decreto Lei No 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decretolei/del2848compilado.htmagosto-1966-364652-norma-pl.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decretolei/del2848compilado.htmagosto-1966-364652-norma-pl.html)> Acesso em: 14 de abril. 2019.

CONTRAN, 2015. Resolução N° 544, DE 19 de agosto de 2015. Estabelece a classificação de danos decorrentes de acidentes, os procedimentos para a regularização, transferência e baixa dos veículos envolvidos, conforme o Código de Trânsito Brasileiro.

DAILY, J; SHIGEMURA, NATHAN and DAILY, J. Fundamentals of Traffic Crash Reconstruction, 3<sup>rd</sup> edition. Publisher Institute of Police Technology and Management, University of North Florida, 2007.

ENCISO. G.A. Modelos Físicos para Accidentología Vial. Editora. Doctos Consultora. Formato e-book digital, ISBN: 978-987-42-0556-8, 500p.

EUBANKS, J. J. Pedestrian Accident Reconstruction and Litigation. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc. Second Edition, 1998.

FRICKE, L.B. Traffic Accident Reconstruction. First Edition, 1990. Northwestern University for Public Safety.

IRURETA, V. A. Accidentología Vial y Pericia. Ediciones La Rocca, 3<sup>a</sup> edición: 2003.

LAZZARI, CF e Witter, IRN. Coletânea de Legislação de Trânsito. 18<sup>a</sup> Edição: Editora Sagra Luzzato, Porto Alegre, 2001.

KEIFER, O; CONTE, R; RECKAMP, B. Linear and Rotational Motion Analysis in Traffic Crash Reconstruction. 2007. Institute of Police Technology and Management. Institute of Police Technology and Management.

MACINNIS, D; CLIFF, W; ISING, K. A comparison of Moment os Inertia Estimation Technic for Vehicle Dynamics Simulation. 1997. SAE Technical Paper Series.

NEGRINI, N. O. e KLEINUBING, R. Dinâmica dos Acidentes de Trânsito, Análises, Reconstruções e Prevenção. Campinas, SP: 4. Ed. Millennium Editora, 2012, 456p.

R.A.C.T.T.- Reonstrutor Analítico de Colisões de Trânsito Terrestre 4.0 disponível em:  
<http://www.ractt.com/>

TORESAN Jr. W. Velocidade Crítica de Guinada, 2016. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/317648301\\_Velocidade\\_Critica\\_de\\_Guinada](https://www.researchgate.net/publication/317648301_Velocidade_Critica_de_Guinada)

TORESAN Jr. W. Registros Latentes em Discos Diagrama de Tacógrafos de Sete Dias, 2010. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/317648717\\_Registros\\_Latentes\\_em\\_Discos\\_Diagrama\\_de\\_Tacografos\\_de\\_Sete\\_Dias](https://www.researchgate.net/publication/317648717_Registros_Latentes_em_Discos_Diagrama_de_Tacografos_de_Sete_Dias).

TORESAN Jr. W. Metodologias para Cálculo de Velocidades em Acidentes de Trânsito com Motocicletas, 2008. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/237504251\\_Metodologias\\_para\\_Calculo\\_de\\_Velocidades\\_em\\_Acidentes\\_de\\_Transito\\_com\\_Motocicletas](https://www.researchgate.net/publication/237504251_Metodologias_para_Calculo_de_Velocidades_em_Acidentes_de_Transito_com_Motocicletas)

TORESAN Jr. W. AMORIN, G.M. Metodologias para cálculo de velocidade em acidentes de trânsito com automóveis e bicicletas, 2011. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/317648500\\_Metodologias\\_para\\_Calculo\\_de\\_Velocidade\\_e\\_em\\_Acidentes\\_de\\_Transito\\_com\\_Automoveis\\_e\\_Bicicletas](https://www.researchgate.net/publication/317648500_Metodologias_para_Calculo_de_Velocidade_e_em_Acidentes_de_Transito_com_Automoveis_e_Bicicletas)

## ANEXO



Ilustração 8: Desenho esquemático representativo do local de ocorrência de tráfego. Fonte: Autor (2018).