



---

# PARECER TÉCNICO PERICIAL SOBRE ACIDENTE DE TRÂNSITO

---

**4 DE JANEIRO DE 2021**  
IGP – INSTITUTO GOIÃO DE PERÍCIAS

IGP



## 1 HISTÓRICO

---

Trata-se de um acidente de trânsito ocorrido por volta das 05 horas do dia 28/12/2019, na Avenida Elmo Serejo, no cruzamento com a via de acesso à QNM 09, Conjunto A; Ceilândia-DF, envolvendo o veículo RENAULT/CLIO EXPRESSION, neste parecer caracterizado como V1 (CLIO) e a motocicleta HONDA/ CG 250 Twister, caracterizada como V2 (MOTOCICLETA). Em consequência do sinistro de trânsito, além de danos materiais expressivos em ambas as unidades, veio a óbito no local **DEIVERSON DAMIÃO PAULINO SALGADO**, condutor da unidade V2 (MOTOCICLETA) e sofreu lesões leves **Bruno Valadares Leal**, condutor da unidade V1 (CLIO), na ocasião do acidente.

## 2 DOS OBJETIVOS

---

O presente trabalho tem por objetivo analisar e interpretar os dados contidos em laudos periciais e boletins de ocorrência, relativos ao acidente de trânsito, correlacionando-os com as fotografias feitas quando do acidente, para emitir parecer técnico pericial sobre as circunstâncias do acidente, apontando sua causa técnica.

## 3 DESCRIÇÕES

---

### 3.1 DO LOCAL

O acidente ocorreu na Avenida Elmo Serejo, na confluência com a via de acesso à QNM 09, Conjunto A; Ceilândia-DF. A Avenida Elmo Serejo é uma via de pista dupla, com duplo sentido de tráfego, traçado reto, perfil plano, com bitola de 10m cada pista, dotada de ilha de canteiro central de bitola aproximada 12,0 m.

A via de acesso à QNM 09 é uma via de pista dupla, com duplo sentido de tráfego, traçado reto, perfil plano, com bitola de



7,0m cada pista, dotada de ilha de canteiro central de bitola aproximada 12,0 m.

Ambas as vias são dotadas de sinalização horizontal e vertical, com faixas de tráfego delimitadas por linhas seccionadas. O fluxo de veículos na confluência é orientado por semáforos.

A figura abaixo é um completo diagrama do local, com as dimensões medidas rigorosamente.



### 3.2 DOS VEÍCULOS E SEUS CONDUTORES

#### V1(CLIO)

Tipo: Passageiro/automóvel;

Marca/Modelo: Renault/CLIO EXPRESSION

Placa: [REDACTED];

Chassi: [REDACTED];

Cor: Branca;

Ano: 2013

Condutor: [REDACTED];

CNH: [REDACTED] Categoria: "B"



---

## **V2(MOTOCICLETA)**

Tipo: Motocicleta;

Marca/Modelo: HONDA/ CBX 250 TWISTER

Placa: [REDACTED];

Chassi: [REDACTED];

Cor: Vermelha;

Condutor: [REDACTED];

CNH: [REDACTED]; Categoria: "AB"

---

## **4 DOS DOCUMENTOS APRESENTADOS**

Ao signatário deste parecer foram apresentados os seguintes documentos contendo dados relativos ao acidente:

- INQUÉRITO POLICIAL nº 17 /2020 emitido pela 15ª DELEGACIA CEILÂNDIA, da Polícia Civil do Distrito Federal.

- LAUDO DE PERÍCIA CRIMINAL - EXAME DE ACIDENTE DE TRÁFEGO FATAL nº 2390/2020, expedido pelo Instituto de Criminalística da Polícia Civil do Distrito Federal.

- LAUDO DE EXAME DE CORPO DE DELITO nº 52615/2019 (CADAVERÍCO) - expedido pelo Instituto de Medicina Legal Leonídio Ribeiro da Polícia Civil do Distrito Federal.

- LAUDO DE EXAME DE CORPO DE DELITO nº 52571/2019 (EMBRIAGUEZ) - expedido pelo Instituto de Medicina Legal Leonídio Ribeiro da Polícia Civil do Distrito Federal.

- LAUDO DE PERÍCIA NECROPAPILOSCÓPICA O nº 1727/2019 - expedido pelo Instituto de Identificação da Polícia Civil do Distrito Federal.

- Fotografias do local do acidente e veículos sinistrados.

---

## **5 ANÁLISE DOS DOCUMENTOS APRESENTADOS**

### **5.1 – ANÁLISE DO LAUDO DE PERÍCIA CRIMINAL – EXAME DE ACIDENTE DE TRÁFEGO FATAL Nº 2390/2020.**



Na Folha 7 do Laudo Pericial, o perito subscritor faz as seguintes considerações sobre as velocidades do veículos na iminência do acidente:

“Quanto à velocidade com que trafegava o RENAULT/CLIO, os signatários calculam como sendo da ordem de 30 km/h, no momento da colisão, levando-se em consideração o deslocamento residual do veículo, associado às condições topográficas e às características da pista e suas imediações.

Quanto à velocidade com que trafegava a motocicleta HONDA/CBX250, os signatários calculam como sendo da ordem de 60 km/h, no início da marca pneumática de frenagem, levando em consideração a extensão da marca pneumática de frenagem produzida pelo veículo e a extensão das avarias produzidas e sofridas, associadas às condições topográficas e às características da pista e suas imediações.

Temos que o perito informou velocidades “da ordem de” 30 km/h para a unidade V1(CLIO) e “da ordem de” 60 km/h para a unidade V2(MOTOCICLETA) no momento do embate. Mas não efetivou nenhum cálculo para obter estes valores. Baseou-se em elementos técnicos, mas, sem considerar valores medidos, então tomados de modo inteiramente subjetivos (avarias, deslocamento residual, características da pista, etc). Do modo como foi posto, estes valores não possuem nenhuma validade científica.

Em acidentes de trânsito como o que ora analisamos, a velocidade dos veículos pode não ter significado relevante nonexo causal do acidente. No entanto, como houve uma vítima fatal, temos que o item VELOCIDADES pode representar o item de maior relevância quando se analisa as CONSEQUÊNCIAS do acidente. A morte pode ter ocorrido justamente em consequência da velocidade excessiva e outras causas.

É função do perito em local de acidente com vítima fatal analisar tanto os fatores que deram causa ao acidente como os fatores que levaram às consequências do mesmo.

Deste modo, com a finalidade de procedermos a correta análise do nexocausal do acidente e das consequências do mesmo, iremos proceder os devidos cálculos de todos os parâmetros necessários para cumprir este mister, utilizando para tal os dados coligidos, medidos e fotografados pelo perito oficial que atendeu no local e se encontram registrados no Laudo Pericial.



A ferramenta existente na mecânica clássica capaz de fornecer cálculos que mais se aproximam dos valores reais das velocidades, em dinâmicas semelhantes ao que ora estamos analisando, trata-se do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento (Q).

A Quantidade de Movimento (Q) de um corpo é a grandeza vetorial que resulta do produto da velocidade do corpo por sua massa. Essa grandeza deve ser conservada para um SISTEMA livre da ação de forças externas. Um SISTEMA é o conjunto de corpos que são objetos de estudo. Em uma colisão entre dois veículos, por exemplo, os móveis são considerados como o SISTEMA, e as forças geradas a partir da colisão são forças internas, existentes por meio da interação entre os objetos constituintes do SISTEMA.

$\vec{Q} = m_{\text{massa}} \times \vec{v}_{\text{velocidade}}$  → Quantidade de movimento de um único corpo em movimento, com a massa em kg e velocidade em m/s, então a unidade de medida é kg.m/s (no Sistema Internacional).

Para o evento em tela, ora analisado, temos dois veículos interagindo em uma colisão, que constituem um SISTEMA. Neste caso, em se tratando de corpos extensos de massas diferentes devemos aplicar o PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO DO CENTRO DE MASSA.

O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO DO CENTRO DE MASSA, traduzido para choques entre dois corpos extensos como no evento em tela, diz que o somatório das quantidades de movimento dos veículos em suas trajetórias antes do choque é a mesma somatória das quantidades de movimento em suas trajetórias após o choque (SISTEMA). Resumidamente:

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

Esta equação diz que a quantidade de movimento total antes do embate é exatamente a mesma da quantidade de movimento após o embate. Como trata-se de um sistema de dois corpos, temos que antes do embate cada corpo (veículo) possuía sua própria quantidade de movimento, traduzida pelo produto da massa pela velocidade

respectiva. Assim como, após o embate, cada veículo terá sua própria quantidade de movimento. Ou seja:

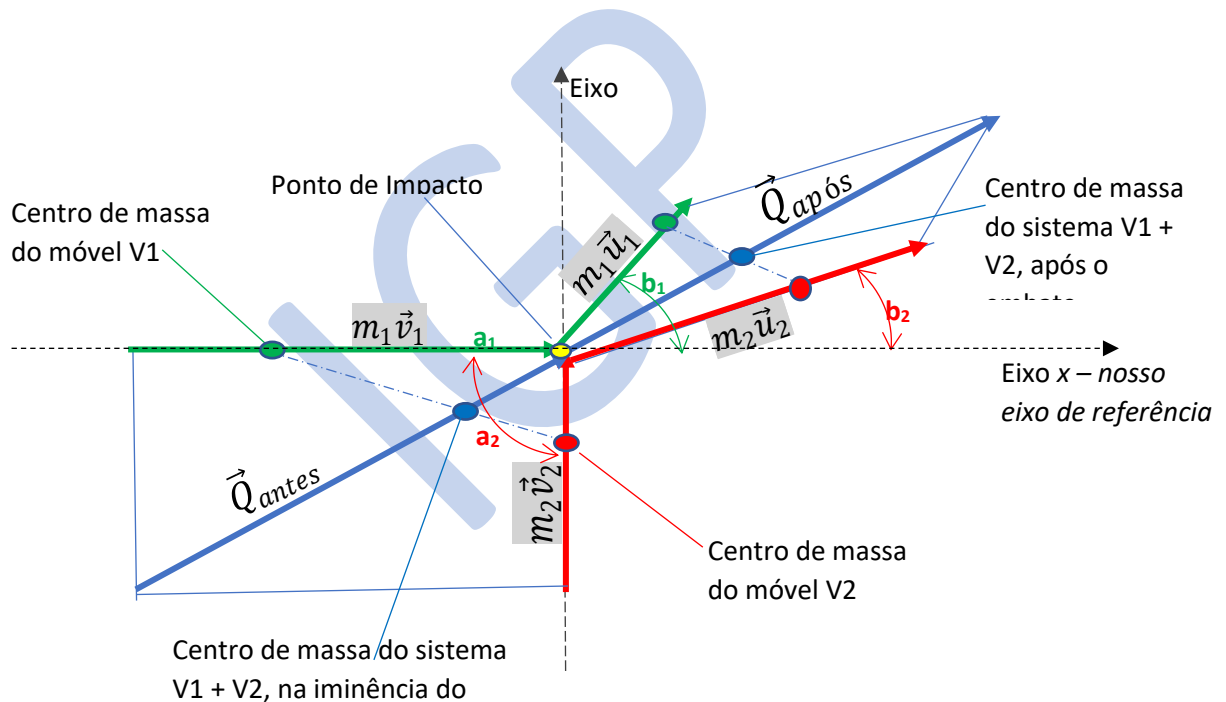
$$\vec{Q}_{antes} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

$$\vec{Q}_{após} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

Igualando:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

Como a grandeza velocidade é vetorial, a equação acima deve ser configurada, analiticamente, por decomposições vetoriais, como exemplificado no esquema abaixo (Não se trata, ainda, de esquema do acidente ora analisado):



Onde:

$\vec{v}_1$  = Velocidade da unidade V1 antes do embate, no evento em tela, da unidade V1(CLIO). É uma velocidade que desejamos calcular.

$\vec{v}_2$  = Velocidade da unidade V2 antes do embate, no evento em tela, da unidade V2(MOTOCICLETA). É a velocidade que desejamos calcular.

**m1** --> massa de V1(CLIO) = 912+70(condutor)=982 kg (pesquisado na FICHA TÉCNICA, do site oficial)





$m_2 \rightarrow$  massa de V2( MOTOCICLETA) = 147+70 (condutor e passageiro) = 217 kg (pesquisado na FICHA TÉCNICA, do site oficial)

$a_1$  = Ângulo de entrada de V1(CLIO) no ponto de impacto =  $0^\circ = 0$  radianos. Este valor foi por nós escolhido, como referencial do sistema, mas é um valor INCERTO. O veículo estava convergindo à esquerda e pode ter atingido o PONTO DE IMPACTO com certo ângulo, que podemos especular durante o processo ANALITICO das equações.

$a_2$  = Angulo de entrada de V2(MOTOCICLETA) no ponto de impacto =  $90^\circ = 1,6$  radianos. Este valor foi tomado supondo que a motocicleta atingiu o ponto de impacto em trajetória perpendicular à da camionete. Trata-se de um valor INCERTO, que poderá ser corrigido ao se proceder os cálculos analíticos.

$b_1$ = Angulo de saída de V1(CLIO) no ponto de impacto =  $30,37^\circ = 0,53$  radianos. Valor CERTO, medido entre o ponto de impacto e o ponto de repouso do veículo, em triangulação com o eixo X.

$b_2$ = Angulo de saída de V2(MOTOCICLETA) no ponto de impacto =  $2,9$  radianos (medidos entre os pontos de impacto e de repouso de V2).

$\vec{u}_1$ = Velocidade de V1(CLIO) calculada na trajetória pós-embate da unidade com base nos vestígios remanescentes (Ponto de impacto, repouso, derrapagens e velocidade residual de impacto contra meio-fio e poste). Estes cálculos apresentam-se discriminados no item 5.2 adiante.

$\vec{u}_2$ = Velocidade de V2(MOTOCICLETA) calculada na trajetória pós-embate da unidade com base nos vestígios remanescentes. (Ponto de impacto, repouso, marcas de derrapagens). O coeficiente de atrito aqui, a ser considerado, é o de deslizamento da motocicleta já tombada sobre a camada asfáltica, portanto, de atrito entre peças metálicas e o asfalto. Neste caso, o coeficiente de atrito pesquisado é de 0,55, temos então um valor CERTO.

Os vetores representados por setas azuis, são vetores resultantes que da Quantidade de Movimento do Sistema, contemplando as velocidades, o CENTRO DE MASSA DO SISTEMA (média das massas dos veículos posicionada corretamente), e, sobretudo, de total relevância na análise do evento em tela, dos ângulos de entrada e saída dos veículos no ponto de impacto, escolhido um eixo orientado como origem de medição destes ângulos (em nosso caso, escolheremos o eixo de referência como o Eixo  $x$  para a direita). Note que, conforme reza o PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE





DE MOVIMENTO DO CENTRO DE MASSA, o vetor possui a mesma intensidade, direção e sentido, antes e depois do impacto, ou seja, o sistema é conservativo. Com os dados acima, definidas as incógnitas e as constantes, após as devidas decomposições vetoriais e médias para obtenção do centro de massa do sistema, obtemos as equações:

$$v_1 = \frac{u_1 \operatorname{sen}(a_2 - b_1) + \frac{m_2}{m_1} u_2 \operatorname{sen}(a_2 - b_2)}{\operatorname{sen}(a_2 - a_1)} \quad \text{Eq. 01}$$

$$v_2 = \frac{\frac{m_1}{m_2} u_1 \operatorname{sen}(b_1 - a_1) + u_2 \operatorname{sen}(b_2 - a_1)}{\operatorname{sen}(a_2 - a_1)} \quad \text{Eq. 02}$$

A aplicação deste princípio para cálculos de velocidades em acidentes de trânsito tem a vantagem de que eventuais perdas de energia cinética ocorridas nas deformações das peças durante o choque não trazem prejuízo aos cálculos das velocidades. Não se faz a "contabilidade" das transformações de energia, mas sim a "contabilidade" das quantidades de movimento. Então, conhecendo-se ou existindo os meios (dados) para se calcular as velocidades envolvidas após o impacto entre os veículos, por aplicação do princípio, pode-se calcular as velocidades dos mesmos nos momentos pré-impacto. Deste modo, utilizamos os dados coligidos pelos peritos oficiais que estiveram no local, para determinar as velocidades dos veículos após o embate. Com estes cálculos, pode-se estimar o INTERVALO DE VALORES onde as velocidades reais (pré-impacto) dos veículos estão inseridas. Na maioria das vezes, não se consegue calcular o valor exato das velocidades envolvidas, no entanto, consegue-se calcular o valor mínimo e o valor máximo possíveis em que a velocidade real de cada um dos veículos se encontrava.

A utilização das equações deve ser procedida por um MÉTODO ANALÍTICO, dado a incerteza dos valores das variáveis  $a_1$  e  $a_2$ , que são os ângulos de entrada dos veículos no Ponto de Impacto.



Estes valores serão escolhidos entre os valores mais prováveis e inseridos em planilhas de cálculos das equações acima, com variações de seus valores até a obtenção de resultados lógicos e esperados, pela dinâmica do acidente. Mas, o que seriam estes valores esperados? Para a unidade V1(CLIO), espera-se que a velocidade encontrada, antes do embate, seja um pouco maior que do que a velocidade calculada após o embate (entre  $26,22 \frac{km}{h}$  e  $32,97 km/h$ , calculado neste laudo à frente, com coeficiente de atrito 0,7), pois o veículo sofreu apenas desvio lateral em sua trajetória após o embate e possui massa muito superior à de V2. De modo algum a velocidade poderá ser menor que os valores deste intervalo. Para a unidade V2(MOTOCICLETA), tomamos como base a proporcionalidade existente no produto massa X velocidade para as quantidades de movimento:

- relação das massas V1/V2:  $982/217=4,53$ , ou seja, a massa de V1 era 4,53 vezes maior que a de V2 no momento do embate.

- relação da velocidades pós-embate:  $33,48/18,25=1,84$ , onde 18,25 é a velocidade pós-embate da motocicleta, supondo coeficiente de atrito  $\mu_2=0,55$

**5.2 – Estudo analítico a velocidade de V1(CLIO) em sua trajetória pós-embate, a ser usada nas Equações 1 e 2, isoladas acima, neste parecer denominada  $\vec{u}_1$ .**

Após a colisão, com a força do impacto, a unidade V1(CLIO) sofreu giro em seu eixo longitudinal imaginário, no sentido anti-horário, passando a se deslocar obliquamente ao leito das vias. Nesta trajetória, veio a galgar o canteiro central da a via de acesso à QNM 09, com três rodas, e colidiu com a lateral esquerda contra o poste metálico do semáforo apostado no local, repousando semi-posicionada entre o canteiro central e a via, conforme mostra a fotografia abaixo.



Marca pneumática de frenagem produzida pelo RENAULT/CLIO.

Durante esta trajetória pós-embate, a unidade produziu marcas de compressão pneumática (derrapagem) com a roda dianteira direita, conforme mostrado pelas setas amarela na foto acima, e bem descrito e determinado na folha 5 do Laudo Pericial, item 1.3 De Outros Vestígios Materiais :

“iii - marcas de derrapagem, produzidas pelo RENAULT/CLIO, após a colisão, com início sobre a faixa de trânsito direita, referente ao pneumático anterior direito do veículo, com extensão total de 10,4 m, conforme ilustram a fotografia 12 e o Croqui”.

Temos então perfeitamente consolidado que, em sua trajetória pós-embate, a força de atrito pneu-asfalto, que atuou contra o movimento inercial do veículo, freando-o, apresentou-se aplicada apenas no rodado dianteiro direito. As demais rodas continuaram girando, sem poder de frear o veículo. No entanto, além da força de atrito, houve perda de parcela de energia cinética no momento em que o veículo galgou o meio-fio e subiu no canteiro central, e, ao mesmo tempo impactou lateralmente o poste de metal. A energia cinética convertida nesta parte de sua trajetória é de cálculo extremamente impreciso, dado à incerteza nos valores das variáveis.



Mas, testes realizados milhares de vezes, nos departamentos de trânsito de inúmeras localidades pelo mundo, em situações semelhantes, dão conta que o veículo converte energia cinética proporcional à uma perda de velocidade entre 15km/h e 35 km/h. Então efetuar considerar vários dentro deste intervalo.

Através das marcas de derrapagem, ou de frenagem, existentes entre o PONTO DE IMPACTO e o repouso do veículo, calculamos a parcela da velocidade do mesmo imediatamente após o impacto, analisando o quanto da energia cinética do veículo foi convertida em Trabalho da Força de Atrito.

A FORÇA DE ATRITO ( $F_{atr}$ ) é calculada pela expressão:

$$\vec{F}_{atr} = \mu \cdot \vec{N}$$

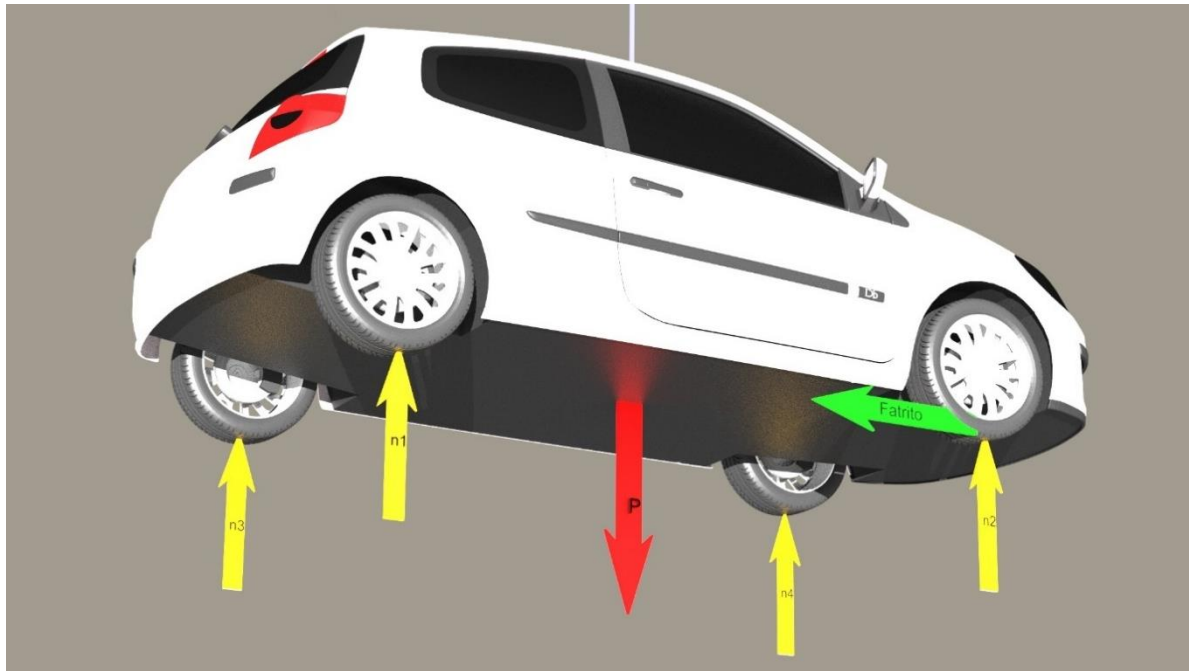
Onde  $\mu$  é o coeficiente de atrito pneu/asfalto, que adotaremos o valor médio de 0,7.

$\vec{N}$  é a força normal, que o piso (no caso, a camada asfáltica) exerce sobre o veículo, em reação ao Peso do veículo.

A Força Normal  $\vec{N}$  é numericamente igual á força Peso, que é dado pelo produto da massa pela aceleração da gravidade ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ) e atua no centro de massa do veículo (seta vermelha).

$$\vec{N} = \vec{P} = m_1 \cdot \vec{g}$$

Mas, em se tratando de um automóvel apoiado ao solo nas quatro rodas, a força Normal N está homogeneamente distribuídas nestes quatro pontos de apoio, que aqui denominamos  $n_1$ ;  $n_2$ ;  $n_3$  e  $n_4$ , conforme mostrado na fig. abaixo pelas setas amarelas



E

$$\vec{n}_1 = \vec{n}_2 = \vec{n}_3 = \vec{n}_4 = \frac{\vec{N}}{4} = \frac{\vec{P}}{4} = \frac{m_1 \cdot \vec{g}}{4} \quad \text{Res 1}$$

Como a FORÇA DE ATRITO foi aplicada apenas em um rodado, o dianteiro esquerdo, cuja componente normal chamamos de  $n_2$  (ver figura), temos que o cálculo da mesma está relacionado apenas a esta componente da Força Normal, e é dada por:

$$\vec{F}_{atr} = \mu \cdot \vec{n}_2$$

Res 1

Substituindo temos:

$$\vec{F}_{atr} = \mu \cdot \frac{m_1 \cdot \vec{g}}{4} \quad \text{Res 2}$$

A velocidade “perdida” pelo veículo no trecho em que ocorreu a derrapagem ( $v_{derrap}$ ) é calculada pela conversão de energia cinética convertida em Trabalho da Força de atrito (numericamente igual à Força de atrito vezes a distância percorrida na derrapagem), dada por:

$$\bar{E}_{cinet} = \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{derrap}^2 = \vec{F}_{atr} \cdot d$$

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_{derrap}^2 = \mu \cdot \frac{m_1 \cdot \vec{g}}{4} \cdot d$$





Procedendo as devidas manipulações algébricas, temos:

$$v_{derrap} = \sqrt{\frac{2\mu g d}{4}}$$

A distância  $d$  no trecho em derrapagem foi medida pelo perito oficial e encontra-se no Laudo, folha 5, trecho copiado acima, com ênfase em amarelo, e mediu 10,4 m. Substituindo os valores ( $\mu=0,7$ ;  $g=9,8$  e  $d=10,4$ ), temos:

$$v_{derrap} = 5,97 \frac{m}{s} \text{ ou } 21,5 \frac{km}{h}$$

Mas, a velocidade total de V1(CLIO) após o embate (que vamos denominar de  $u_1$ , é a soma vetorial do valor acima, velocidade convertida na derrapagem, com a velocidade convertida ao galgar o meio-fio e chocar contra o poste ( $v_{residual}$ ), sendo esta última parcela ESTIMADA entre 15 km/h e 25 km/h, conforme já retro discutimos. Procedendo os cálculos, temos:

$$u_1 = \sqrt{v_{derrap}^2 + v_{residual}^2}$$

Substituindo os valores limites do intervalo, temos que a velocidade real de V1(CLIO) em sua trajetória pós - embate é um valor situado no intervalo entre

$$u_1 = 26,22 \frac{km}{h} \text{ e } u_1 = 32,97 \text{ km/h}$$

Estes valores serão utilizados no cálculo das velocidades PRÉ-EMBATE dos veículos.

### 5.3 – Estudo analítico da velocidade de V2(MOTOCICLETA) em sua trajetória pós-embate, neste parecer denominada $\vec{u}_2$ .

A trajetória pós-embate a considerar nos cálculos da velocidade neste trecho, trata-se apenas do arrastamento sobre a lateral direita entre o impacto e o ponto de repouso. O coeficiente de atrito determinado empiricamente nesta situação (atrito peças motocicleta na camada asfáltica) é  $\mu=0,55$ .



O posicionamento de repouso de V2 apresenta-se descrito no Laudo Pericial:

“Tal veículo encontrava-se sobre a faixa de trânsito direita pista de interesse, tombada sobre sua lateral esquerda, com sua parte anterior voltada para o sentido de tráfego da pista, com seu eixo anterior a **19,9 m além do alinhamento 'x'** e a **1,2 m à esquerda do bordo direito da pista de interesse e com seu eixo posterior a 1,0 m** à esquerda do bordo direito da pista de interesse, conforme ilustram as fotografias 1, 2, 10 e o Croqui”

E do PONTO DE IMPACTO:

. O centro do espargimento, localizado a **19,3 m além do alinhamento 'x'** e a **3,2 m à esquerda do bordo direito da pista**, indica o ponto sobre a pista onde ocorreu o embate entre os veículos, conforme ilustram a fotografia 11 e o Croqui;

Com estes dados, pudemos calcular que o centro de massa de V2(MOTOCICLETA) deslizou 2,13 m entre o PONTO DE IMPACTO e o REPOUSO.

Procedendo os cálculos, a velocidade  $u_2$  é dada por:

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu \cdot d}$$

Substituindo os valores:

$$u_2 = 4,79 \frac{m}{s} \text{ ou } u_2 = 17,25 \text{ km/h}$$

Este valor será utilizado no cálculo das velocidades PRÉ-EMBATE dos veículos.





Aplicando as equações com experimentação de valores de ângulos de entrada a1 e a2 conforme analisado nos documentos apresentados, ou seja, com a1=0° (0 radianos) e a2=90° (1,6 radianos), pressupondo que os unidades encontrava-se em trajetórias perpendiculares no momento do acidente e colidiram em acidente tipificado como ABALROAMENTO TRANSVERSAL

m1 (kg)	m2 (kg)	a1 (rad)	a2 (rad)	b1(rad)	b2 (rad)	coeficiente de atrito μ1	coeficiente de atrito μ2	deslocamento de V1 x1(metros)	deslocamento de V2 x2(metros)	velocid V1 pós embate - u1(m/s)	Veloc. De V2 pós embate - u2 (m/s)	v1 (m/s)	v2 (m/s)	v1 (km/h)	v2(Km/h)
982	217	0	1,6	0,53	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	9,16	4,79	7,02	22,11	25,26	79,60

$u_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu_1 \cdot x_1}$ 
 $u_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu_2 \cdot x_2}$

Eq. 01

Eq. 02

Esta primeira inspeção analítica de valores mostra que, apesar de termos usados os valores dos ângulos de entrada dos veículos no sítio do embate conforme pressuposto nos documentos, a velocidade da unidade V1(CLIO) (com fonte em vermelho na tabela, 25,26 km/h) não convergem para o valor esperado (forçosamente maior que o valor mínimo ou o valor máximo do intervalo 26,22 km/h a 32,97 km/h). Este fato leva-nos a inferir que os valores incertos, a1 e a2 (com fonte em verde na tabela), ângulos de entrada das unidades no sítio da colisão, tomados como *0 radianos e 1,6 radianos*, estão incorretos. Ou seja, a motocicleta não se encontrava trafegando em trajetória perpendicular ao CLIO, no exato momento da colisão.

Esta constatação nos leva à um tópico especial, de verificação do real ângulo entre as trajetórias dos veículos no momento do embate.

Inspeccionando as condições de V2(MOTOCICLETA):

Quando verificamos as fotografias apostas no LAUDO PERICIAL, dos veículos posicionado em seus pontos de repouso, vê-se



claramente que a unidade V2(MOTOCICLETA) encontrava-se tombada na camada asfáltica contra sua lateral esquerda, conforme as fotos abaixo, extraídas do laudo.



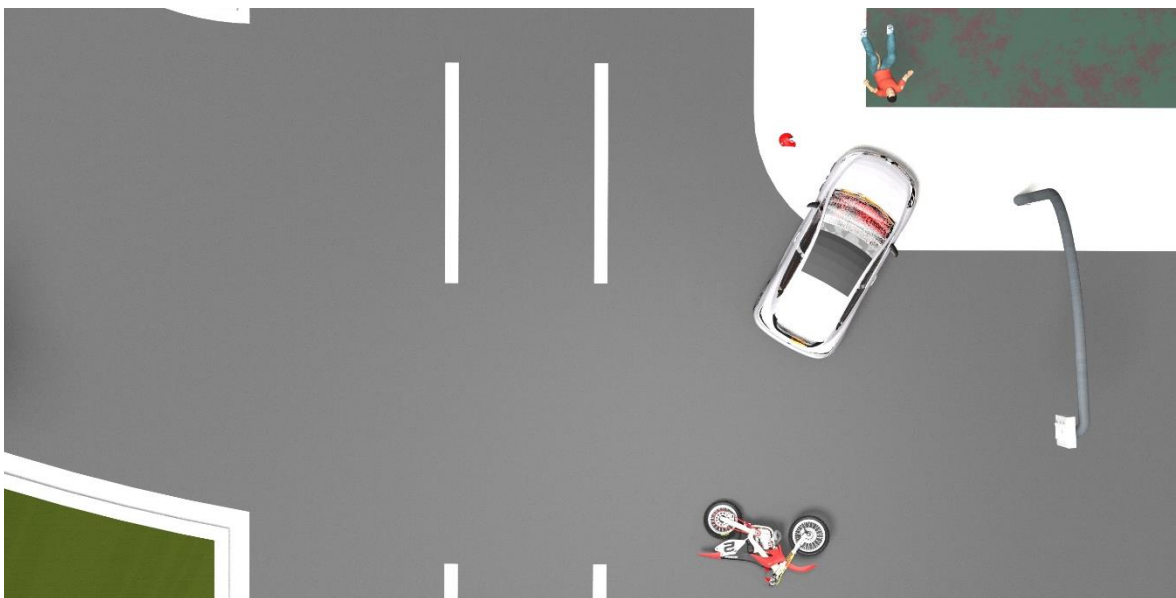
Ora, se a unidade tivesse colidido conforme descrito nos documentos, em trajetória perpendicular, a unidade teria sofrido força de impulsão da esquerda para a direita e tombado contra sua lateral direita, conforme ilustrado nas figuras abaixo:



A motocicleta sofreria impulsão da esquerda para a direita, com força aplicada excêntrica, então sofreria giro no sentido horário, chocando sua lateral esquerda contra a lateral direita do veículo. A vítima seriam projetada na direção da seta azul, resultante de seu movimento inercial no eixo y com a força aplicado segundo o eixo x .



Na sequência, a vítima se projetaria por sobre o veículo, na direção nordeste, e encontrariam repouso de modo semelhante ao ilustrado na próxima figura. A unidade V2(MOTOCICLETA) tombaria na camada asfáltica contra sua LATERAL DIREITA, nunca contra sua lateral esquerda e sua frente estaria apontando para o leste, não para o oeste, como de fato ocorreu. A unidade V1 sofreria maior derivação no sentido anti-horário. Os repousos finais seriam semelhantes ao ilustrado abaixo.





Por esta dinâmica, as avarias esperadas em V2(MOTOCICLETA) seriam: amassamento dos bordos do lado esquerdo do aro da roda dianteira; amassamento (sem ranhuras) da face esquerda do tanque de combustível (ocorrido após o giro e choque contra a lateral da camionete); amassamentos com ranhuras na lateral direita do tanque de combustível e outras partes metálicas (da lateral direita), ocorridas durante o tombamento e arrastamento contra a superfície áspera da camada asfáltica.

No entanto, o que se vê nas fotografias do repouso da unidade é o inverso disto, conforme mostrado abaixo (foto extraída do Laudo Pericial oficial):



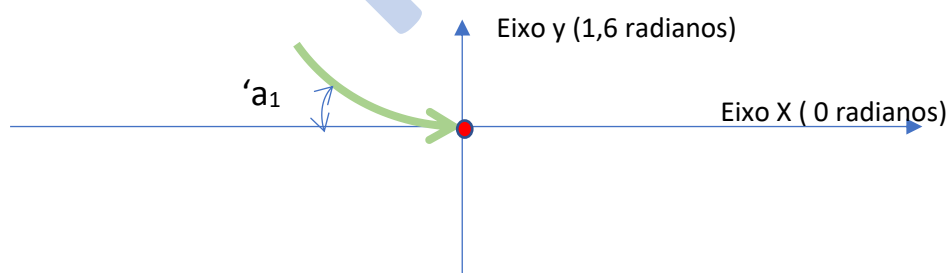
Vê-se, claramente, que o tanque de combustível apresenta mossa e amassamentos, sem ranhuras de arrastamento, em sua *lateral direita* (setas amarelas). Esta avaria demonstra, sem dúvidas, que foi esta lateral que se chocou contra a unidade V1 após o primeiro impacto. E, de total relevância, vê-se que o bordo DIREITO da roda dianteira é que sofreu esforço impactante, praticado da frente para traz (círculo vermelho na foto).



Temos então que, da análise das avarias em V2(MOTOCICLETA), de seu repouso na camada asfáltica, da projeção da vítima, enfim, da dinâmica pós-embate do veículo e ocupantes, inferimos que se trata de uma IMPOSSIBILIDADE FÍSICA os fatos terem ocorrido conforme descrito nos documentos apresentados, ou seja, não ocorreu acidente tipificado como ABALROAMENTO TRANSVERSAL. Os veículos não se encontravam em trajetórias perpendiculares no exato momento do acidente. A inspeção analítica das equações que regem a dinâmica do acidente, pelo PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO DO CENTRO DE MASSA, acima demonstrado, levam a esta certeza. O acidente na realidade trata-se de um ABALROAMENTO OBLÍQUO.

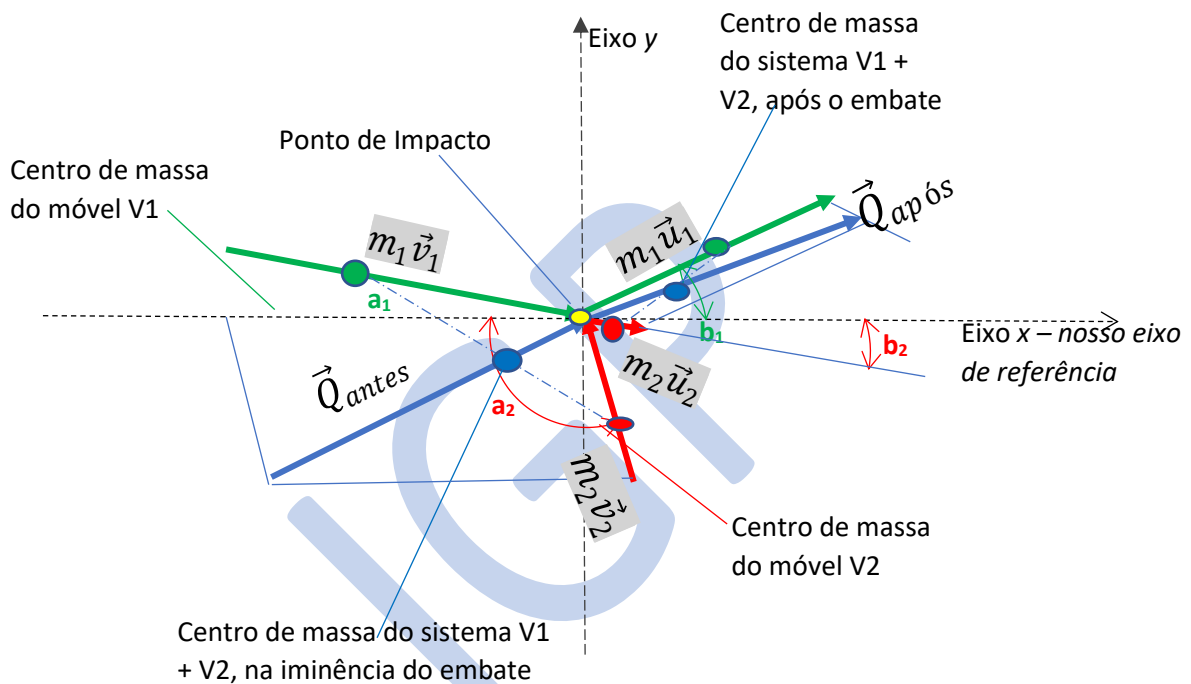
## Do posicionamento da unidade V1(CLIO) no momento do acidente:

No momento da colisão, a unidade V1(CLIO) fazia uma conversão no sentido horário, conforme esquematizado na seta verde abaixo. É evidente que não chegou ao PONTE DE COLISÃO (em vermelho) posicionada segundo a direção do eixo x (por nós escolhido 0 radianos)



Então, temos o fato indiscutível que, tanto a unidade V1 (CLIO) quanto a unidade V2(MOTOCICLETA) encontrava-se posicionadas formando pequenos ângulos em relação às trajetórias perpendiculare.

Com este mister, retornando às planilhas de cálculos, experimentamos inúmeros valores lógicos para o ângulo de entrada das unidades no sítio do embate, até obtermos resultados convergentes com os valores esperados. Esta inspeção apresenta-se no esquema e na tabela de cálculos abaixo:



m1 (kg)	m2 (kg)	a1 (rad)	a2 (rad)	b1(rad)	b2 (rad)	coeficiente de atrito $\mu_1$	coeficiente de atrito $\mu_2$	deslocamento de V1 x1(metros)	deslocamento de V2 x2(metros)	velocid V1 pós embate - u1(m/s)	Veloc. De V2 pós embate - u2 (m/s)	Eq. 01 V1 (m/s)	Eq. 02 V2 (m/s)	v1 (km/h)	V2(Km/h)
982	217	-0,09	1,66	0,53	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	9,42	4,79	7,64	25,90	27,50	93,26
982	217	-0,09	1,66	0,61	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	9,42	4,79	7,29	28,64	26,23	103,11
982	217	-0,17	1,6	0,61	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	10,93	4,79	8,28	35,85	29,82	129,06
982	217	0	1,66	0,61	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	10,93	4,79	8,52	29,61	30,66	106,59
982	217	0	1,15	0,61	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	10,93	4,79	5,02	32,31	18,06	116,32
982	217	0	1,2	0,61	2,9	0,7	0,55	10,40	2,13	10,93	4,79	5,40	31,64	19,44	113,91

$$u_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu_1 \cdot x_1}$$

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu_2 \cdot x_2}$$



Após incontáveis simulações e cálculos, obtivemos o valor do ângulo de entrada de V2(MOTOCICLETA) no PONTO DE IMPACTO, como sendo cerca de 95° ou 1,66 radianos (valor em azul na tabela acima) e -5° ou -0,09 radianos (em bordo na tabela acima, negativo por ter sido tomado acima do eixo X). Este valor foi testado com uma variação entre os valores mínimos e máximos possíveis para os para os valores da velocidade possíveis para V1(CLIO) pós-embate (entre 26,22 km/h e 32,97 km/h). Os resultados em vermelho na tabela foram expurgados por não convergirem com os resultados esperados. Os resultados nas células verdes são os valores mínimo e máximos das velocidades de V1 e V2 no momento do embate, ou seja, a unidade V1(CLIO) encontra-se no mínimo a 26,23 km/h e no máximo a 27,50 km/h no momento do embate. Já a unidade V2(MOTOCICLETA) encontrava-se no mínimo a 93,26 km/h e no máximo a 103,11 km/h no momento do embate. Para a unidade V2(MOTOCICLETA) temos ainda que considerar que antes de chegar ao PONTO DE IMPACTO, seu condutor aplicou os freios em situação de pânico, produzindo marcas de frenagem que mediram 5,4 m. Então às velocidades mínima e máxima que a unidade alcançou o PONTO DE IMPACTO devemos somar vetorialmente a velocidade perdida neste trecho em que houve a frenagem, para obtermos as velocidades mínima e máxima em que a unidade trafegava nos momentos precedentes à frenagem.

A velocidade perdida na frenagem é dada por:

$$v_{frenagem} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu \cdot d}$$

g= aceleração da gravidade=9,8 m/s<sup>2</sup>

μ = coeficiente de atrito=0,7

d= medida da frenagem=5,4 m

Procedendo os cálculos, temos:

$$v_{frenagem} = 8,61 \frac{m}{s} \text{ ou } 30,9 \text{ km/h}$$

Adicionando vetorialmente esta velocidade ao intervalo obtido para V2(MOTOCICLETA) na tabela, temos:

$$v_2 = \sqrt{v_{frenagem}^2 + v_{mínimo}^2}$$





$$v_2 = \sqrt{30,9^2 + 93,26^2}$$

$$v_2 = 98,27 \text{ km/h}$$

Este é o valor mínimo com que a unidade V2(MOTOCICLETA) trafegava pela via. Repetindo o procedimento para o valor máximo, temos:

$$v_2 = \sqrt{v_{frenagem}^2 + v_{máximo}^2}$$

$$v_2 = \sqrt{30,9^2 + 103,11^2}$$

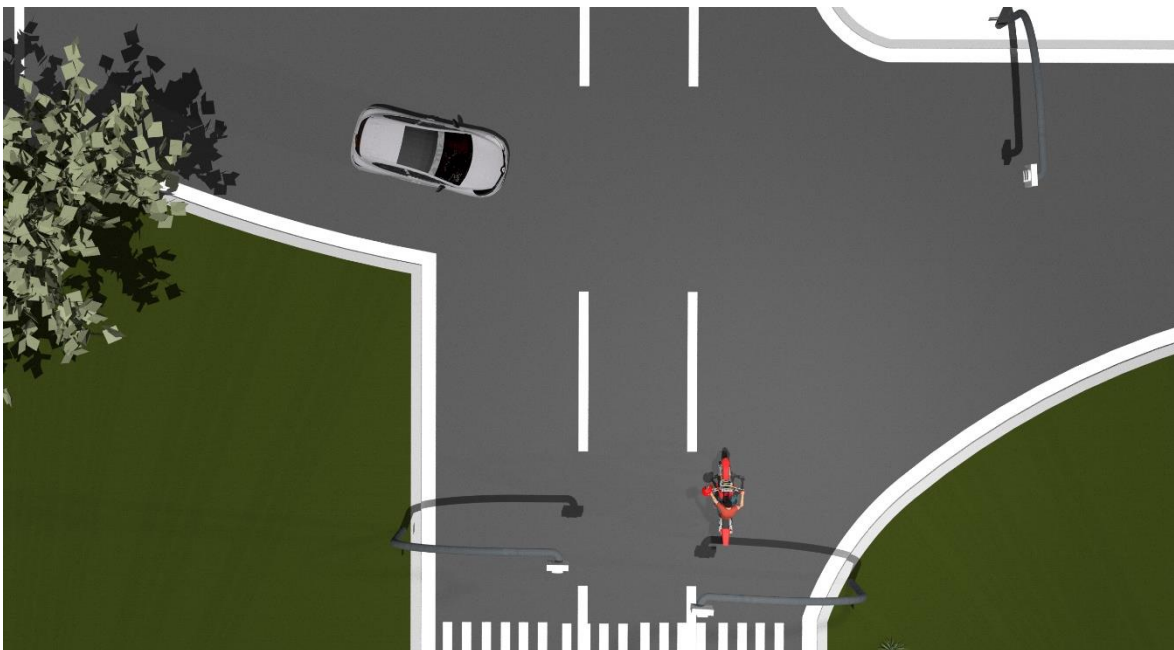
$$v_2 = 107,7 \text{ km/h}$$

Este é o valor máximo com que a unidade V2(MOTOCICLETA) trafegava pela via.

### CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE A REAL DINÂMICA DO ACIDENTE

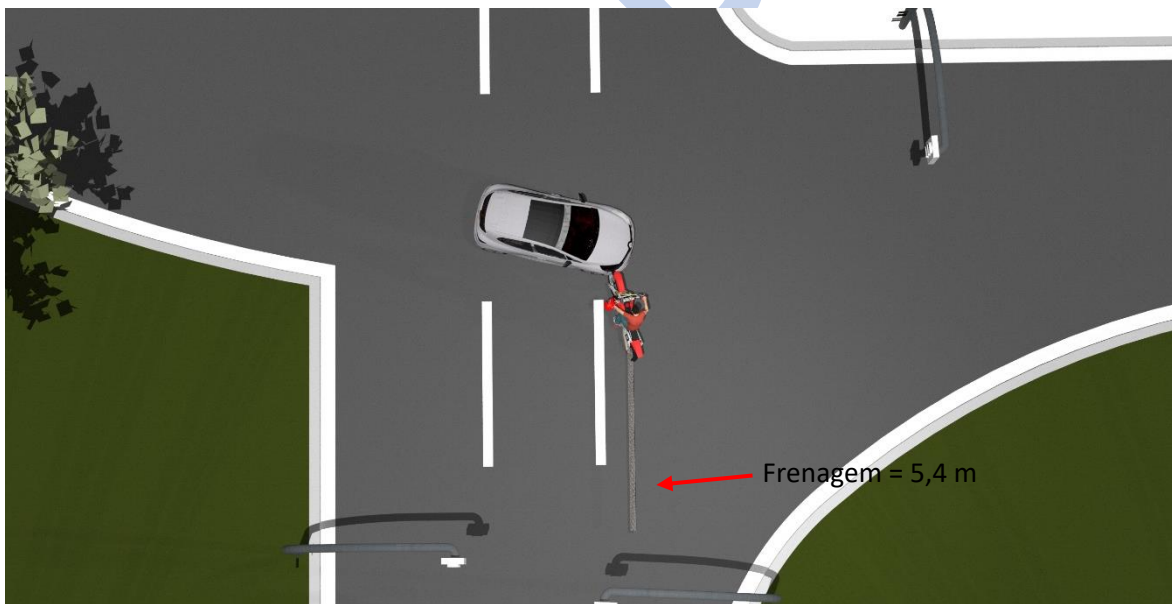
Após a análise criteriosa de todos os aspectos relevantes coligidos, pudemos inferir a real dinâmica do acidente, conforme virtualmente simulado e abaixo ilustrado:

Por esta análise, temos que a unidade V1(CLIO) inicialmente trafegava convergindo da Avenida Elmo Serejo, do sentido oeste-leste, para a via de acesso à QNM 09 no sentido direcional sul-norte, em sua correta mão de direção. A unidade V2(MOTOCICLETA), por sua vez, trafegava pela Avenida Elmo Serejo, no sentido direcional leste-oeste:

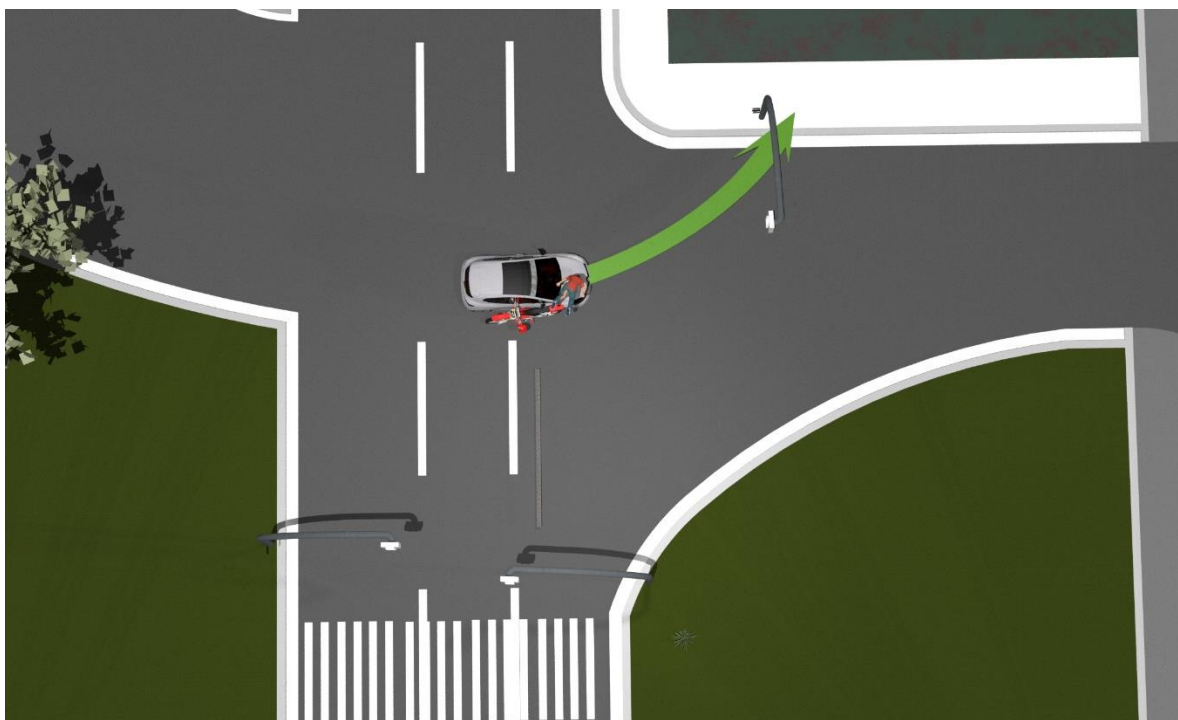


No cruzamento perpendicular das vias, as unidades vieram a se envolver em acidente de trânsito, aqui tipificado como ABALROAMENTO OBLÍQUO,

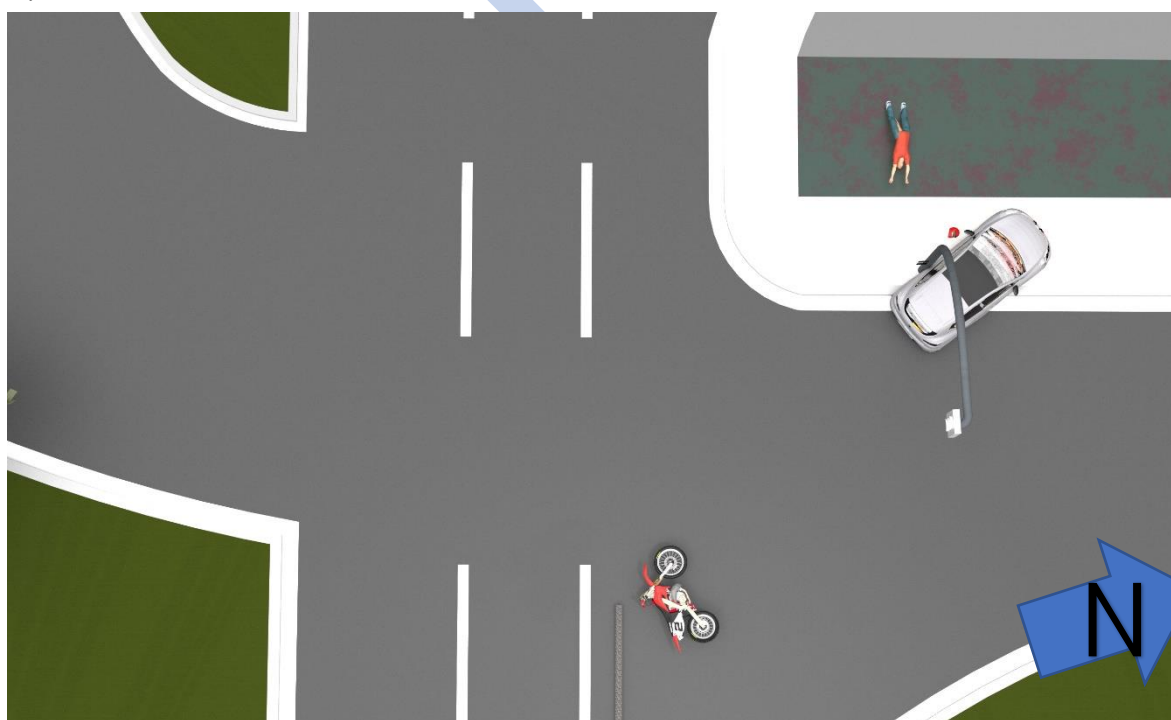
Na iminência do embate o condutor da unidade V2(MOTOCICLETA) aplicou drasticamente os freios, em situação de pânico. Apesar da frenagem, o veículo não parou e continuou até o ponto de impacto ainda animada de expressiva energia cinética, suficiente para provocar danos de grande monta em V1(CLIO) e a provocar a sua derivação no sentido anti-horário, apesar do automóvel possuir massa muito superior. Nesta trajetória, os veículos colidiram, envolvendo o setor angular fronto-lateral direito da unidade V1(CLIO) e também o setor angular fronto-lateral direito da unidade V2(MOTOCICLETA).



Após o primeiro embate, a unidade V2(MOTOCICLETA) sofre giro em seu eixo longitudinal, vindo a abalroar a lateral DIREITA contra a lateral DIREITA da unidade V1(CLIO). Esta última, por sua vez, sofre derivação no sentido anti-horário, continuando trajetória para o noroeste, vindo, nesta trajetória a chocar as rodas contra o meio-fio do canteiro central da via de acesso à QNM 09 e a lateral esquerda contra o poste metálico do semáforo apostado no canteiro.



Após os sucessivos embates, a unidade V2(MOTOCICLETA) sofre tombamento com sua lateral ESQUERDA indo de encontro à camada asfáltica, posição em que desliza até encontrar o repouso, conforme ilustrado na figura abaixo e mostram as fotografias efetivadas no sítio do acidente.





## CONCLUINDO

Da criteriosa análise do LAUDO PERICIAL nº 2390/2020, temos as seguintes considerações e ressalvas:

- 1) – O fluxo de veículos no cruzamento das vias é regulamentado por semáforos. Não foram coligidos ELEMENTOS TÉCNICOS capazes de definir com certeza qual a disposição das luzes do semáforo no momento do acidente (filmagens, etc). Ou seja, tecnicamente é indeterminada qual veículo detinha a preferência de passagem no cruzamento.
- 2) – Neste parecer, ficou determinado que a unidade V1(CLIO) trafegava com velocidade situada no intervalo mínimo de 26,23 km/h e máximo de 27,50 km/h, ou seja, com velocidade muito abaixo do limite da via e inteiramente compatível com a manobra de conversão à esquerda que se encontrava realizando. Ficou ainda determinado que a unidade V2(MOTOCICLETA) trafegava pela via com velocidade situada no intervalo mínimo de 98,27 km/h e máximo de 107,7 km/h, ou seja, com velocidade excessivamente acima da velocidade permitida para o local, que é de 60 km/h. Certamente este excesso de velocidade, e a grande QUANTIDADE DE MOVIMENTO do veículo, foi determinante na produção das avarias expressivas e da projeção da vítima a grande distância, de alto poder impactante contra o automóvel e contra o solo  
O Laudo Pericial omitiu qualquer análise das CONSEQUÊNCIAS deste fato.
- 3) O Laudo Pericial mostra claramente que o capacete do condutor da unidade V2(MOTOCICLETA) foi projetado isoladamente da vítima, conforme mostra a foto efetivada no local.

As imagens não mostram nenhuma avaria relevante na estrutura do capacete. Apesar da importância relevante do não uso, ou do uso incorreto deste equipamento de segurança, na avaliação das consequências de um acidente, o perito subscritor do Laudo não procedeu vistorias técnicas nos mesmos e não determinou se os ocupantes os utilizavam na cabeça e com a cinta jugular presa corretamente.





O LAUDO DE EXAME CADAVÉRICO nº 52619/2019 informa:

“a) Múltiplas escoriações em arrasto e em placa pelo corpo — vide ilustrações; b) Feridas contusas localizadas em joelho direito, região torácica anterior direita, terceiro e quarto quirodáctilos direitos, punho esquerdo e dorso do nariz; c) Deformidade (por fratura óssea) em antebraço esquerdo e coxa direita;

IV) EXAME INTERNO: Abertas as cavidades torácica e abdominal, observa-se: fraturas de arcos costais a esquerda. Cavidade pleural com pequeno hemotórax bilateral. Pulmões insuflados, recobertos por pleura lisa, brilhante, com manchas enegrecidas de aspecto antracótico e áreas de contusão à direita. Coração de tamanho e formas habituais. Cavidade abdominal sem coleções. Fígado aumentado de tamanho e com lacerações em lobos direito e esquerdo. Baço e rins de forma e tamanho habituais. Presença de pequeno hematoma em cólon. Hematoma retroperitoneal a direita. Extenso hematoma em pelve, principalmente em região perivesical. Pelve instável e com fraturas. Os demais órgãos intra abdominais encontravam-se localizados topicamente, sem anormalidades macroscópicas ou lesões.

Rebatido o couro cabeludo e retirada a calvária, notam-se: Couro cabeludo sem lesões traumáticas aparentes. Hematoma subaracnóide difuso. Hematoma subaracnóide cerebelar intenso e difuso. Encéfalo edemaciado. **Fratura de base de crânio a direita.**”



Ou seja, a vítima sofreu lesão gravíssima na região da cabeça, com fratura da base do crânio. Não foi relatado nenhuma lesão na região supra-hióidea (pescoço) relativa ao grande esforço que seria praticado pela cinta jugular do capacete, se a mesma se rompesse naquele local, ou mesmo, deslizasse, provocando lesões do tipo “escoriações de esfregaço”. É fisicamente impossível esta lesão ter ocorrido nesta região da cabeça sem que o capacete tenha apresentado rompimento em sua estrutura em local alinhado à lesão. Como não existe nenhuma evidência ou relato deste fato, infere-se que o condutor da unidade não fazia o uso correto do equipamento ou não o utilizava na cabeça (apenas o transportava).

Face a tudo o que acima foi exposto, inferimos que a unidade V1(CLIO) trafegava normalmente pela Via acesso à QNM em sua correta mão de direção, obedecendo regimento o limite de velocidade da via. A unidade V2(MOTOCICLETA), por sua vez, no exato momento da colisão trafegava pela Avenida Elmo Serejo, com velocidade mais de 50% superior à permitida para o local, muito excessiva para as características da via. Temos ainda evidências de que o condutor da unidade V2(MOTOCICLETA) não fazia uso correto do capacete. Somos, então, as CONSEQUÊNCIAS do acidente (óbito), ocorreram em razão das atitudes irregulares do condutor da unidade V2(MOTOCICLETA) na condução do veículo, velocidade e do uso incorreto do capacete, pondo em risco a própria vida.

É o que temos a relatar.

Goiânia, 18 de fevereiro de 2021.

Marcos Augusto Monteiro  
Perito

Roberto Pedrosa  
Perito