

# Marcos Augusto Monteiro

Bel. e Licenciado em Física pela  
Universidade Federal de Goiás

IGP

*Perito com diversos cursos de formação em perícias, pela Academia de Polícia Civil do Estado de Goiás, em diferentes áreas da Criminalística, consultado em caráter particular, fundado na Lei Federal nº. 8.455/92, assim procede:*



## **PARECER TÉCNICO SOBRE ACIDENTE DE TRANSITO**

### **I-HISTÓRICO**

Segundo o que consta em ampla documentação e relatos, trata-se de um acidente de trânsito ocorrido no dia 28/03/2013, por volta das 17:30 horas, na Rua Curupaiti esquina com Rua São Bento, Bairro Ipiranga; Goiânia/GO, envolvendo duas unidades automotoras aqui caracterizadas como V1(CAMINHÃO VW), pertencente à empresa Ipiranga Reciclagem de Metais Ltda., e V2(ESCORT). Em consequência do evento, além dos danos materiais nas unidades envolvidas, vieram a óbito no local Josenice de Oliveira Machado, Josyel Espíndola de Oliveira Machado e Maisa Alves Pereira da Silva, e sofreram lesões José Eurípedes Machado e Cleunice Gomes de Oliveira respectivamente condutor e passageira da unidade V2 (ESCORT).

### **II-SINDICÂNCIA**

Com a finalidade de prestarmos assistência técnico-pericial aos consulentes, nos dias 01(primeiro), 05 (cinco), 17 (dezessete) e 22 (vinte e dois) de abril do ano de dois mil e treze (2013) comparecemos ao local do acidente, ocasiões em que efetivamos diversas vistorias nos veículos sinistrados, medições das vias, recompomos a carga de V1(CAMINHÃO VW) nas mesmas condições em que se encontrava na data do acidente e efetivamos pesagens, etc. Nos dias 17 e 22 fizemo-nos acompanhar pelo mecânico e borracheiro Sr. Juscelino Pereira da Silva, de nossa confiança, que procedeu à rigorosa vistoria nas partes mecânicas da unidade V1.

Em todos os momentos de nossa sindicância fomos acompanhados pelos Srs. Dr. Marco Aurélio Alves Faleiro e Dr. Marcus Rodrigo Schmaltz, representantes legais da empresa e pelo Sr. Edmilson, encarregado, que nos forneceu completa assistência providenciando documentos, os meios de procedermos nossos exames.

Pautados pelo compromisso de encontrar a verdade dos fatos, contamos com inteira colaboração dos consulentes e completa isenção dos mesmos durante nossa sindicância.



## III-DOS VEÍCULOS E SEUS CONDUTORES

### V-1 (CAMINHÃO VW):

Marca: VW/23.310

Ano: 2004/2004.

Placa: NGV-7084

Chassi: 9BW3R82T74R42098.

Cor: Branca.

Proprietário: Ipiranga Reciclagem de Metais Ltda.

Condutor: Damon de Paula Faria

End.: Rua dos Pinheiros, Qd 20; Lt 18; Setor Pontakaiana; Trindade/GO.

CNH: 00942371223 ( Categoria "AE" )

### V-2 (ESCORT):

Marca: FORD/ESCORT.

Ano: 1990.

Placa: KCE-1571.

Chassi: 9BFZZZ54ZLB13694.

Cor: Azul.

Proprietário: José Eurípedes Machado.

Condutor: O mesmo .

CNH: 01791009240 (Categoria "D").

## IV – DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO LOCAL

Trata-se da Rua Curupaiti cruzamento com a Rua São Bento, na Bairro Ipiranga, Goiânia-GO.

A Rua Curupaiti era de pista simples, com duplo sentido de tráfego (sudoeste/nordeste e vice-versa), traçado reto e perfil em declive moderado no sentido nordeste. A pista possuía 7,0m de bitola, pavimentada com asfalto em regular estado de conservação. A Rua São Bento era de pista simples, com duplo sentido de tráfego (noroeste/sudeste e vice-versa), traçado reto e perfil em declive no sentido sudeste. A pista possuía 7,0m de bitola, pavimentada com asfalto em regular estado de conservação.

Nas proximidades do local os espaços são ocupados por propriedades comerciais/industriais e residenciais.



Dado as características técnicas das vias, ambas são classificadas como vias urbanas coletoras.

O cruzamento contava com sinalização horizontal, o dístico PARE pintado no leito da Rua São Bento, para ambos os sentidos de tráfego impondo a Rua Curupaiti como via preferencial para o local.

Não existia no local sinalização regulamentando a velocidade máxima permitida. Neste caso, o CTB (Código de Trânsito Brasileiro) regulamenta:

"Art. 61. A velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

§ 1º **Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de:** (grifo nosso)

I - nas vias urbanas:

a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido;

b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais;

c) **quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras;** (grifo nosso).

d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais;



Portanto, a velocidade máxima permitida para o local era de 40 km/h, na ocasião do acidente.

## DO CRUZAMENTO DAS VIAS

Ao percorrer um trecho de via pública em curva horizontal com certa velocidade, um veículo fica sujeito à ação de uma força centrífuga, que atua no sentido de dentro para fora da curva, tendendo a mantê-lo em trajetória retilínea, tangente à curva, conforme esquematiza a Fig. 1

Não se considera restrição significativa o esforço lateral devido ao abaulamento, por ser contínuo e quase imperceptível ao usuário, para os valores convencionais de declividade transversal recomendados.

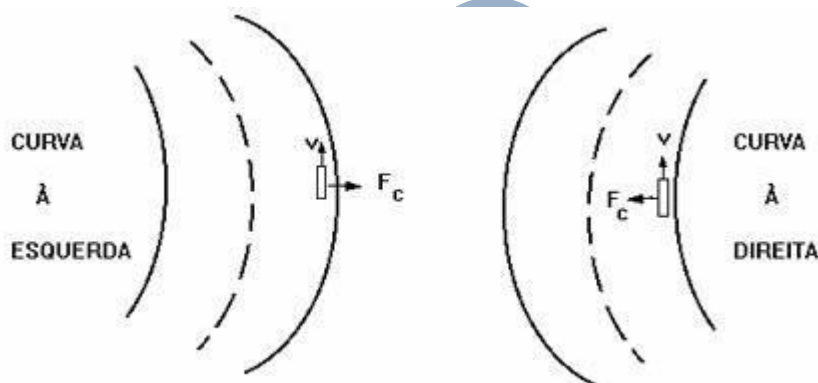


Fig. 1: Ação da força centrífuga nas curvas (Fonte: DE SENSO, 1980)

Isto obriga o condutor do veículo a esterçar o volante no sentido da curva para manter o veículo na trajetória desejada.

Imaginando-se uma pista de rolamento plana (sem abaulamentos ou inclinações transversais), essa manobra do condutor é capaz de manter o veículo na pista, na trajetória curva, graças ao atrito que se desenvolve entre os pneus e a superfície de rolamento.

Mas os efeitos combinados da força de atrito e da força centrífuga se fazem sentir tanto sobre os passageiros dos veículos quanto sobre as cargas transportadas.

O efeito principal sobre os passageiros é a sensação de desconforto causada pelos esforços laterais que empurram os passageiros para um lado ou para outro, dependendo do sentido da





curva. Sobre as cargas, a atuação das forças laterais pode causar danos a mercadorias frágeis e desarrumação dos carregamentos, podendo até mesmo comprometer a estabilidade dos veículos em movimento.

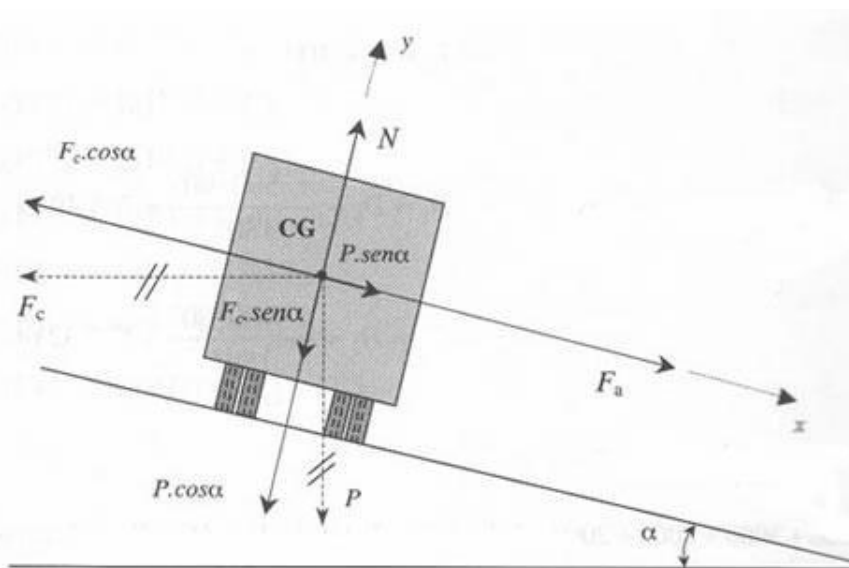
Para contrabalançar os efeitos dessas forças laterais, procurando oferecer aos usuários melhores condições de conforto e de segurança no percurso das curvas horizontais, utiliza-se o conceito de superelevação da pista de rolamento, que é a declividade transversal da pista nos trechos em curva, introduzida com a finalidade de reduzir ou eliminar os efeitos das forças laterais sobre os passageiros e as cargas dos veículos em movimento.

A superelevação é medida pela inclinação transversal da pista em relação ao plano horizontal, sendo expressa em proporção (m/m) ou em porcentagem (%).

Observe-se que, na verdade, é a ação da força de atrito que se faz sentir sobre os passageiros e sobre as cargas dos veículos numa trajetória curva. Caso não houvesse o atrito, os veículos simplesmente não responderiam às mudanças de direção das rodas dianteiras e permaneceriam em trajetória retilínea (como na superfície de um lago congelado); a força de atrito é que atua sobre os veículos (e portanto sobre os respectivos passageiros e cargas), puxando-os para dentro da curva e mantendo-os na trajetória curva ao equilibrar a ação da força centrífuga.

Cabe à Engenharia de Construção de vias equacionar cada trecho do traçado das mesmas introduzindo nos projetos as devidas superelevações transversais de modo a aumentar a segurança dos veículos, das cargas e do conforto dos usuários.

Na Fig. 2 representa-se um veículo em movimento, descrevendo uma trajetória circular, com uma dada velocidade longitudinal (tangencial), numa pista inclinada transversalmente.



Onde:

CG = Centro de gravidade do veículo

P = Peso do Veículo

N= Reação NORMAL ao peso, perpendicular à superfície de apoio.

F<sub>a</sub> = Força de atrito transversal (entre os pneus e camada asfáltica)

F<sub>c</sub> = Força Centrífuga.

α = ângulo de superelevação lateral da pista

Estando a pista inclinada com um ângulo α, a superelevação (e) pode ser expressa por:

$$e = tg(\alpha) \quad (\text{proporção ou m/m})$$

ou

$$e = 100 \cdot tg(\alpha) \quad (\%)$$

Com estes dados, aplicando-se as leis da mecânica clássica, chega-se à expressão para o cálculo da superelevação da pista em caso de curvas (como as vias são retas, para o evento em tela, trata-se das curvas efetuadas ao se fazer as conversões da Rua São Bento para a Rua Curupaiti ou vice e versa, para a esquerda ou para a direita)



$$e = \frac{V^2}{127 \cdot R} - f$$

onde:

e = superelevação (m/m ou em %);

V = velocidade diretriz (km/h);

R = raio de curvatura (m);

f = coeficiente de atrito transversal, entre pneu/pavimento.

No evento em tela, temos que as conversões entra as duas ruas são efetivadas com um raio  $R=15$  m; a velocidade limite da via é  $V=40$  km/h, o coeficiente de atrito  $f = 0,8$  (comumente adotado para o tipo de asfalto normalmente utilizado em nossas vias públicas).

Substituindo os valores e efetivando os cálculos, temos:

$$e = 0,0389395 \approx 0,04,$$

ou, em termos de porcentagem:

$$e=4\%$$

A AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials procedeu a rigoroso estudo sobre superelevação laterais de pistas e elaborou tabelas de orientação e recomendações a engenheiros de estradas e vias, adotada nas normas do DNER.

A tabela abaixo ilustra os valores máximos e mínimos de superelevação lateral de pistas recomendados para situações específicas, sendo que o valor exato deve levar em conta o raio da curva.





$e_{m\acute{a}x}$	CASOS DE EMPREGO
12%	Máximo absoluto em circunstâncias específicas.
10 %	Máximo normal. Adequado para fluxo ininterrupto. Adotar para rodovias Classe 0 e Classe I em regiões planas e onduladas.
8%	Valor superior normal. Adotar para rodovias Classe I em regiões montanhosas e rodovias das demais classes de projeto.
6%	Valor inferior normal. Adotar para projetos em áreas urbanizadas ou em situações em que o tráfego está sujeito a reduções de velocidade ou paradas.
4%	Mínimo. Adotar em situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente.

(Fonte: PONTES FILHO, 1998)

Temos então, que o valor por nós encontrado,  $e = 4\%$  encontra-se rigorosamente dentro dos padrões recomendados para vias urbanas (última valor da tabela).

A não adoção destes valores em construção de vias urbanas coletoras e arteriais não traz maiores consequências, dado a velocidade reduzida permitida para estas vias. Traduz-se em praticar maior esforço no esterçamento do volante, redução da velocidade de veículos com carga ao se efetivar conversões, etc.

Estes efeitos atualmente foram minorados, com recente a renovação da frota nacional de veículos, onde aumentou-se consideravelmente a circulação de veículos com direção hidráulica e de veículos dotados de barra estabilizadora.

Temos então que, nas conversões entre as ruas São Bento e Curupaiti, na área do cruzamento das vias, as pistas deveriam conter superelevações laterais  $e = 4\%$  (não confundir com valor de ângulo em graus.  $4\%$  de superelevação corresponde a um ângulo de aproximadamente  $2,3^\circ$ ).

No entanto, conforme ilustrado na fig. 3 abaixo, como no local existe quatro possíveis modos de se efetivar conversões à direita (setas vermelhas) e a mesma quantidade de possíveis conversões à esquerda (setas verdes), é tecnicamente impossível a construção deste tipo de cruzamento com a adoção das superelevações recomendadas.

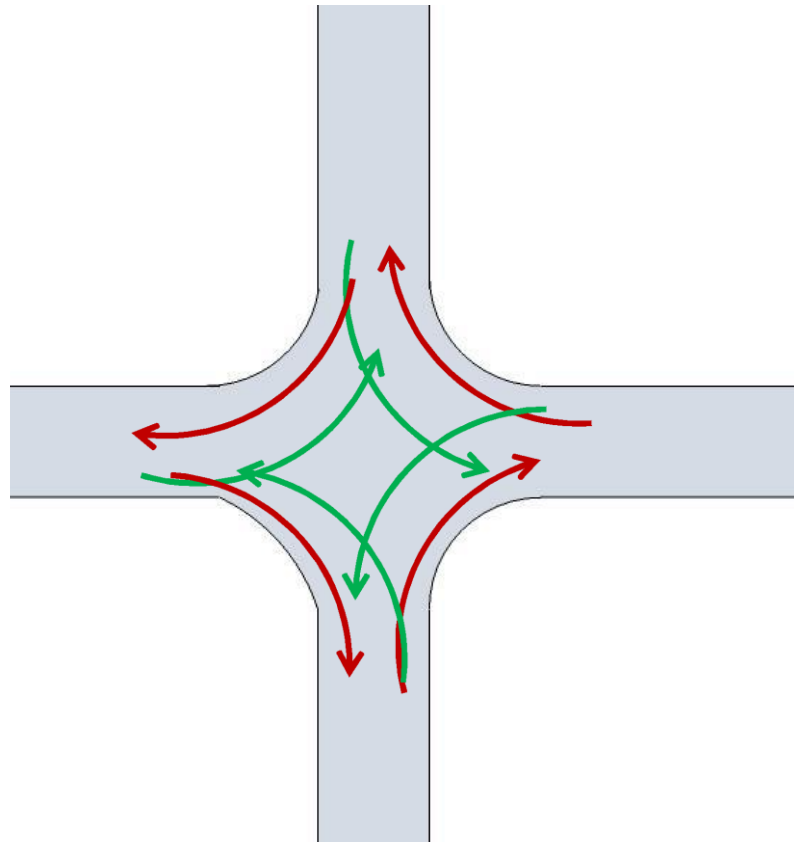


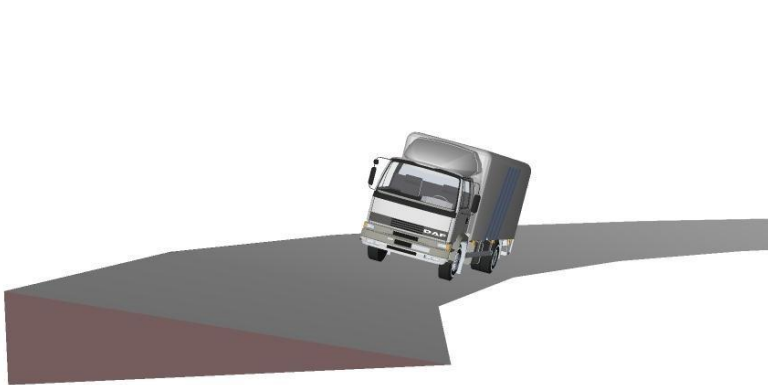
Fig. 3

Neste caso, o poder público pode optar por manter as probabilidades de conversões nas vias, sacrificando o maior conforto dos condutores e passageiros dos veículos e procurando minimizar a falta de superelevação limitando adequadamente as velocidades permitidas.

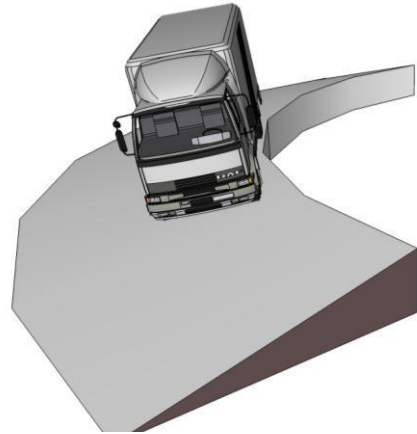
No entanto, não se pode admitir, **EM HIPÓTESE ALGUMA,** construção de vias públicas onde as conversões possam ser efetivadas em cruzamentos onde as rotas de conversões estejam com a pista em **SUPERELEVAÇÃO NEGATIVA.**

Entende-se por superelevação negativa a existência de inclinação transversal da pista do lado oposto ao que deveria ser.

A Fig. 4, abaixo, ilustra a diferença entre superelevação positiva e superelevação negativa:



Superelevação construída do modo correto -  
SUPERELEVAÇÃO POSITIVA



Superelevação construída do lado  
oposto da curva em relação ao correto  
- SUPERELEVAÇÃO NEGATIVA.

Quando um veículo entra em trajetória curvilínea onde o leito da via apresenta superelevação negativa, as componentes das forças laterais que deveriam se contraporem, anulando-se, passam a agir todas no mesmo sentido, potencializando o efeito da força centrífuga. Então o veículo seus ocupantes, cargas, etc., são "empurrados" radialmente para fora da curva. Neste caso, põe-se em risco o tráfego, potencializando a probabilidade de ocorrências de acidentes do tipo tombamentos, capotamentos, saídas de pista, etc. É especialmente perigoso ao tráfego de motocicletas e de veículos com carga e veículos com centro de massa deslocado para cima.

Então, não sendo possível construir determinado cruzamento (quando permitidas todas as possibilidades de conversões) com as recomendadas superelevações positivas, o poder público deve providenciar para que sejam eliminadas todas as superelevações negativas, inteiramente aplicável com obras de terraplanagens para nivelamento e planificação da área comum do cruzamento.

Durante nossa sindicância notamos que os veículos que faziam conversões da Rua São Bento para a Rua Curupaiti e vice-versa apresentavam acentuada inclinação lateral. A foto abaixo mostra flagrante de caminhão efetuando a referida conversão.



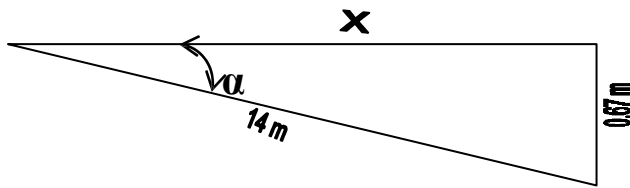


Com a evidência resolvemos proceder à medição da inclinação das vias na área comum do cruzamento. Munidos de uma mangueira transparente cheia de água tingida de azul, tomamos a diferença de nível entre dois pontos distantes 14 m no alinhamento oeste-leste.

Neste trecho constatamos uma diferença de nível de 0,67 m, ou seja, o extremo oeste encontrava-se elevado em relação ao extremo leste em 0,67

m. Esta medida nos permitiu calcular a inclinação da pista em termos percentuais, por simples aplicação trigonométrica.





A seta vermelha na foto mostra o trecho de onde se tomou o desnível.

Usando o Teorema de Pitágoras, determinamos o valor do cateto X:

$$X^2 + 0,67^2 = 14^2$$

$$X^2 = 14^2 - 0,67^2$$

$$X = \sqrt{14^2 - 0,67^2}$$

$$X = \sqrt{196 - 0,4489}$$

$$X = \sqrt{195,55}$$

$$X = 13,98$$

Em um triângulo retângulo, a tangente do ângulo  $\alpha$  é calculada pelo quociente entre o cateto oposto e o cateto adjacente. A tangente fornece o coeficiente de inclinação da reta  $e$ .

$$e = \operatorname{tg} \alpha$$

$$e = \frac{0,67}{13,98}$$

$$e = 0,047$$

Em termos percentuais, temos que  $e = 100 \cdot 0,047$ , ou seja,





$$e = 4,7\%$$

Deparamos com a situação absurda em que, ao contrário da **superelevação lateral positiva** ideal recomendada de 4 % para perfeitas e seguras conversões no cruzamento, temos uma **superelevação lateral negativa** de 4,7 %.

Este fato trata-se de um erro de natureza gravíssima de engenharia de construção de vias públicas, pondo em risco a segurança dos usuários, sobretudo de motocicletas (dificulta o equilíbrio do condutor, que deve forçar o corpo na direção oposta ao natural) e da dirigibilidade de veículos de centro de massa alto em relação ao piso.

## IV-DOS DOCUMENTOS APRESENTADOS

Aos signatários foram apresentados os seguintes documentos contendo dados relativos ao acidente, todos em cópias reprográficas:

- Extrato do BOLETIM DE OCORRÊNCIA nº 5204394/2013 expedido pela PM-GO.

- TERMOS DE DEPOIMENTOS das testemunhas: Elizabete Ferreira do Nascimento, Charlle Alves dos Santos, Maycon Cardoso dos Santos, Deivid Dionísio dos Santos, Laide Rodrigues Lima.

- Termos de Declarações de José Eurípedes Machado (Condutor de V2), Otoniel Gonçalves Vilela e de Damon de Paula Faria (Condutor de V1)

- Boletim de ocorrência nº 634/2013 expedido pela DICT - .DELEGACIA ESPECIALIZADA EM CRIMES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO.

- Laudos de Exames Cadavéricos de Josenice de Oliveira Machado, Josyel Espíndola de Oliveira Machado e Maisa Alves Pereira da Silva.

- Fotografias digitais efetivadas por funcionários da empresa proprietária da unidade V1 momentos após a ocorrência do sinistro.



Os documentos apresentam uma descrição sumária das versões de ambos os condutores dos veículos envolvidos e caracterizações dos veículos e de seus condutores.

## V- DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS AVARIAS

Vistoriando os veículos, constatamos que o acidente envolveu o setor lateral direito da unidade V1(CAMINHÃO VW) e os setores lateral esquerdo e teto da unidade da unidade V2(ESCORT). Os danos na unidade V1(CAMINHÃO VW) foram de pequena monta, resumindo-se à quebra do retrovisor externo direito, ranhuras e pequenas amolgaduras na lateral direita da cabine e caçamba/container, quebra das conexões do "rodoar" às rodas direitas e deslocamento do primeiro eixo traseiro. A unidade V2(ESCORT) sofreu danos de grande monta, generalizados. As avarias são compatíveis com acidente do tipo **TOMBAMENTO SOBRE VEÍCULO ESTACIONADO**.



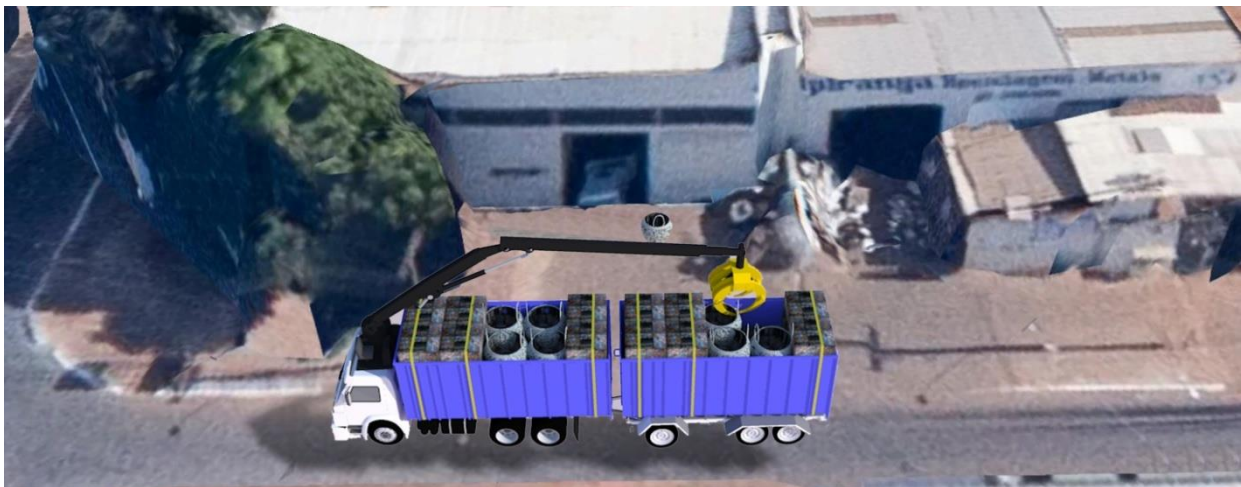
## VI – ANÁLISE TÉCNICA DO ACIDENTE

A partir de informações constantes dos documentos apresentados, de diligências materiais e testemunhais realizadas e, sobretudo, da análise técnica do local e das avarias observadas nos veículos, temos que o acidente ocorreu da seguinte forma:



Após a chegada da carga com metais para reciclagem, advindas de Rio Verde, em caminhão Bitrem com reboques do tipo "Romeu e Julieta", dotado de garra hidráulica, pré-selecionou os recicláveis,

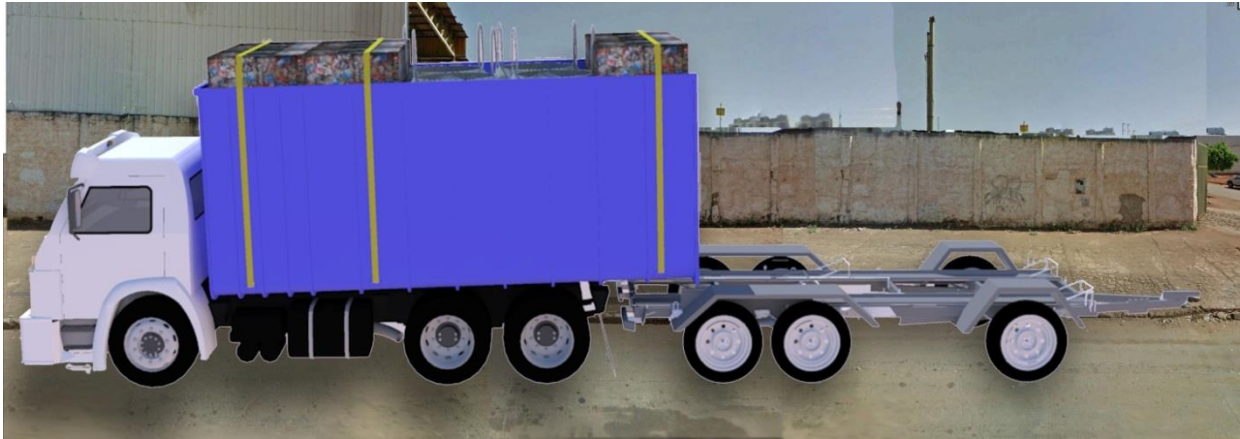
retirando dos reboques toda a carga que não fosse de alumínio (fios e cabos de cobre, etc.), já que os mesmos teriam destinos distintos dentro da empresa. A operação ocorreu no leito da Rua Ipiranga na entrada do galpão da empresa, do modo como indicado na figura abaixo. A seguir a carreta se deslocou ate o quarteirão abaixo, na Rua Curupaiti, onde a "Julieta" seria acoplada a outro veículo.



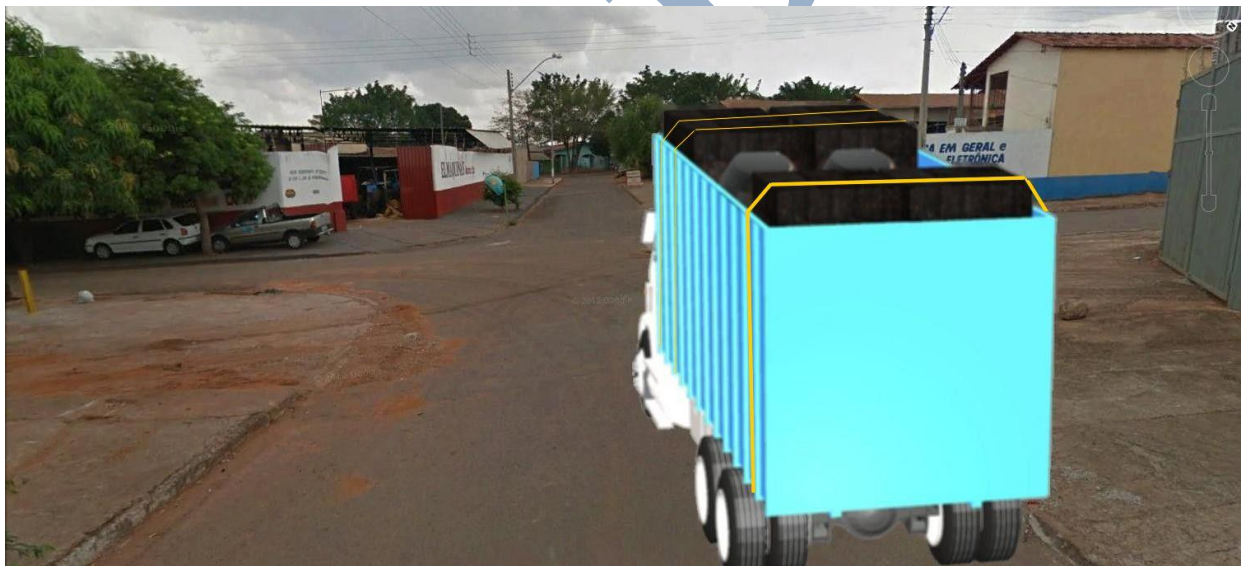
Em seguida unidade V1(CAMINHÃO VW) realizou operação de acoplamento de caçamba/contêiner com carga de carreta "Julieta" advinda de Rio Verde. A operação ocorreu na Rua Curupaiti a cerca de 40 m a nordeste do cruzamento com a Rua São Bento, do modo como indicado na figura abaixo.







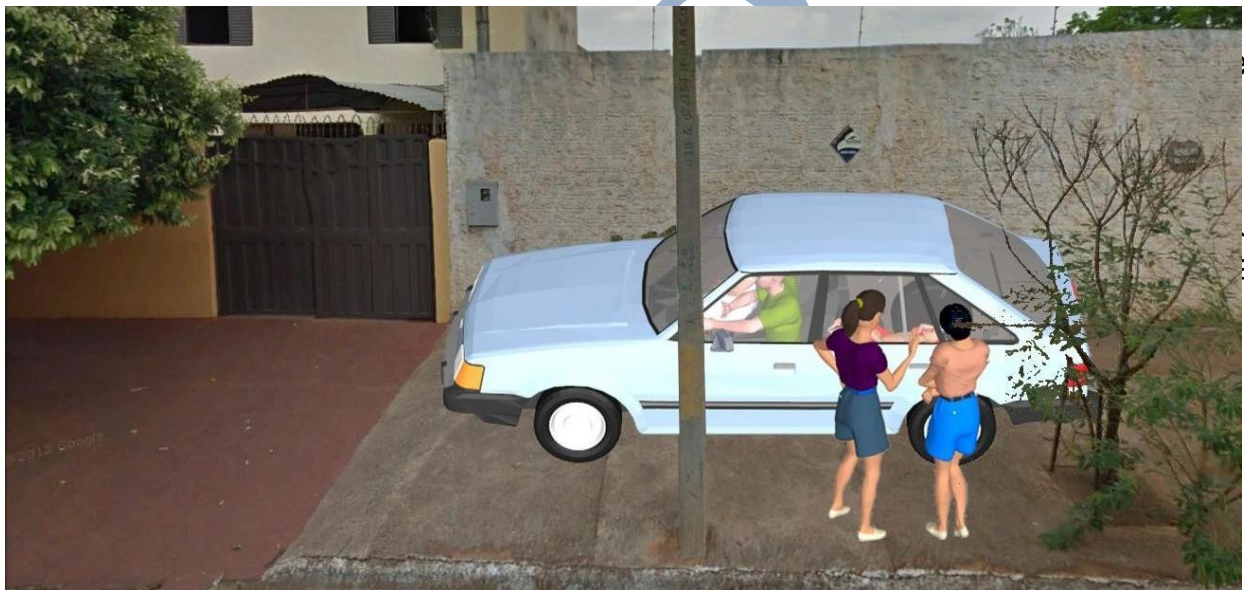
Completada a operação, a unidade pôs-se em marcha no sentido nordeste - sudoeste da Rua Curupaiti iniciando imediatamente conversão à esquerda para o sentido sudeste da Rua São Bento.





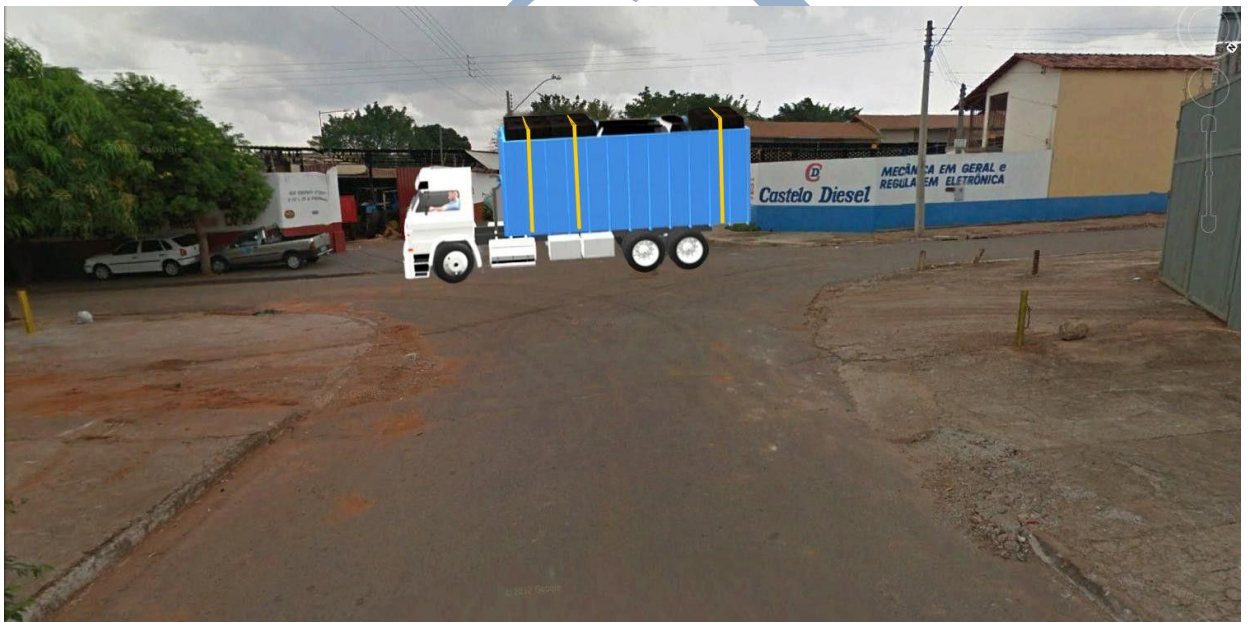
Ao mesmo tempo em que a unidade V1 realizava estas manobras, a unidade V2(ESCORT) encontrava-se estacionada sobre o passeio público da Rua Curupaiti no local em frente onde houve a operação de carga da unidade V1.

Segundo consta, o Sr. José Eurípedes Machado havia acomodado o neto, Josyel Espíndola O. Machado, ainda bebê, em uma cadeirinha apropriada no banco traseiro do veículo. A sogra do Sr. Eurípedes, Sr<sup>a</sup> Cleunice Gomes de Oliveira se acomodou no banco de passageiros. As Sr<sup>as</sup> Josenice de Oliveira Machado e Maysa Alves Ferreira permaneceram fora do veículo aguardando o Sr. Eurípedes manobrar o mesmo sobre a calçada para se livrar de alguns obstáculos que dificultavam a entrada de ambas. Ver fotograma abaixo.



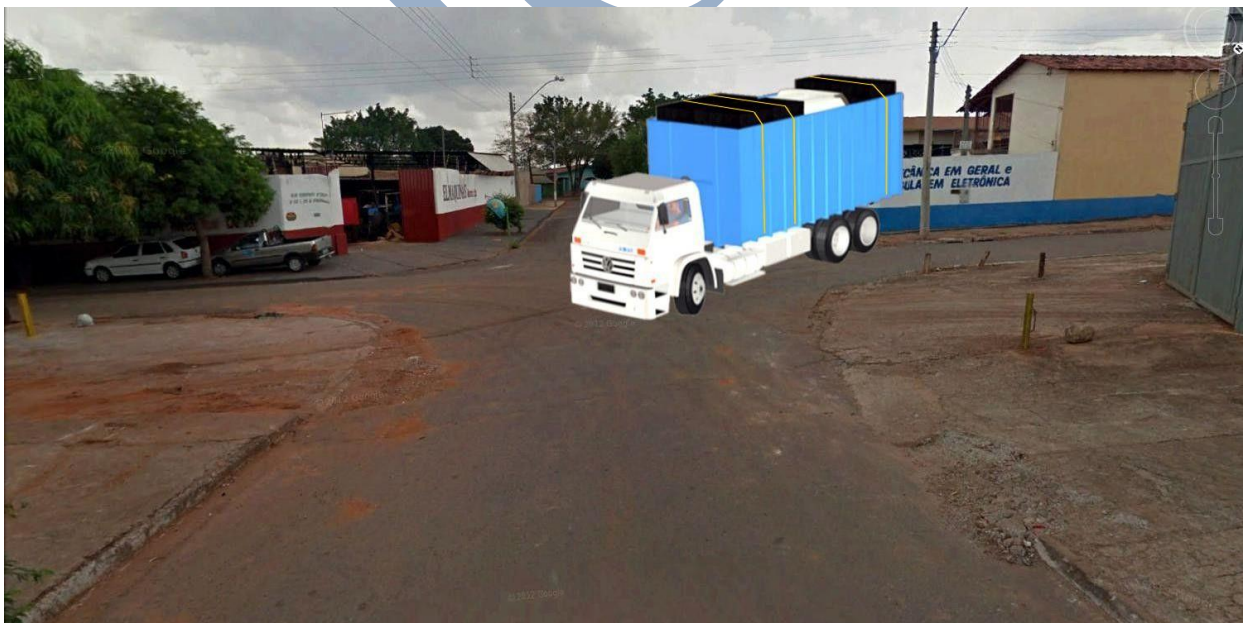
A unidade V1(CAMINHÃO VW) percorreu em marcha à ré até o ponto em que o condutor julgou suficiente para convergir à esquerda, de volta à Rua Curupaiti, porém no sentido oposto ao que se encontrava no início das manobras.







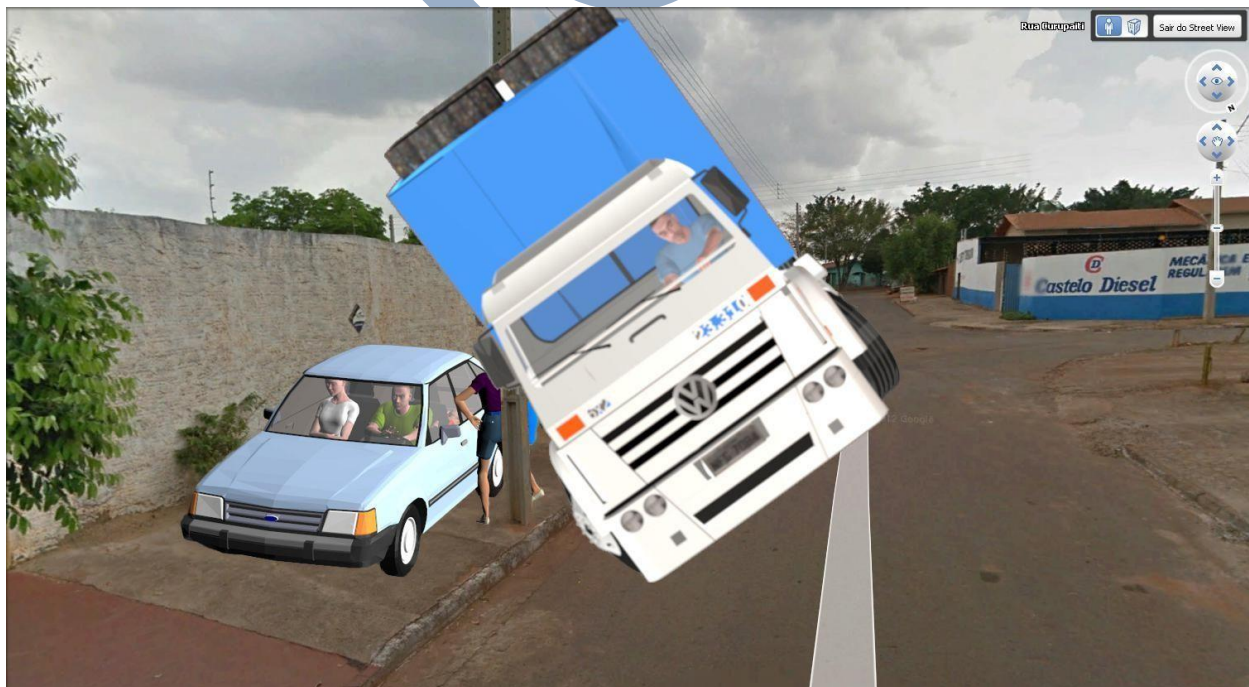
Então, o condutor da unidade iniciou conversão à esquerda, com trajetória no sentido sudoeste/nordeste da Rua Curupaiti. Para concretizar a manobra, o veículo descreveu um arco de cerca de  $90^\circ$  com raio de aproximadamente 15 m na área comum do cruzamento das vias, onde, conforme visto anteriormente, existe declive transversal de cerca de 4,7 %.







No momento em que V1 atingiu ponto alinhado ao local onde a unidade V2(ESCORT) encontrava-se estacionada, o condutor de V1 teria ouvido um "baque" e ato contínuo perdeu o controle da unidade, sendo que a mesma iniciou tombamento contra a sua lateral direita. O fotograma abaixo mostra o momento em que a unidade iniciou o tombamento para a direita.





Abaixo, reproduzimos a mesma cena com visão pelo lado posterior, onde evidenciamos o fato de que durante o tombamento a traseira convergiu mais do que a dianteira, sendo este fato observável pelas fotos tiradas na ocasião do acidente.



Então a unidade V1(CAMINHÃO VW) tombou completamente, quebrando o poste da rede elétrica, sobre o veículo e as vítimas que se encontravam junto ao mesmo.







Na foto abaixo, pretendemos evidenciar o fato de que a traseira avançou mais na direção do muro do que a frente.







## CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

Uma vez inferida e descrita toda a dinâmica do acidente, passamos a tecer as considerações técnicas que nos levaram a inferir o nexos de causalidade do mesmo.

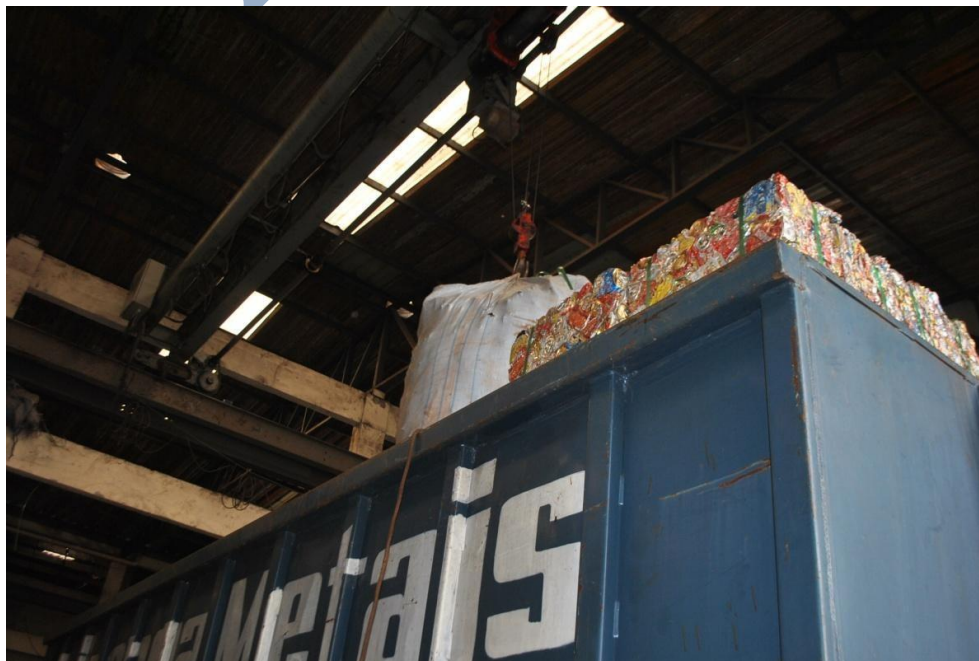
Conforme amplamente discutido no item DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO LOCAL, demonstramos que a área comum do cruzamento das vias possui **superelevação transversal negativa** para algumas das conversões permitidas no local, sendo este fato, por si só, um elemento técnico que poderia explicar a causa do tombamento da unidade V1.

No entanto, há de se especular se a carga transportada não se encontrava fora dos padrões legais recomendados.

Para dirimir quaisquer dúvidas, procedemos completa análise das condições da carga ao ser transportada.

Deste modo, durante nossa sindicância, reconstituímos toda a carga, que encontrava-se depositado nas dependências da empresa à disposição da justiça (por iniciativa dos proprietários), reconduzindo-a a um contêiner de mesmas dimensões ao do veículo sinistrado. Com os dados obtidos, confrontamos com as normas da RESOLUÇÃO Nº 210 DE 13 DE NOVEMBRO DE 2006 do CONTRAN.

A seqüência de fotos abaixo mostra a operação realizada de reposição da carga no caminhão e caçamba/contêiner com o objetivo específico de pesagem da carga.











## DAS DIMENSÕES VEÍCULO/CARGA

A resolução 210/2006 apresenta as seguintes medidas como norma:

Art. 1º As dimensões autorizadas para veículos, com ou sem carga, são as seguintes:

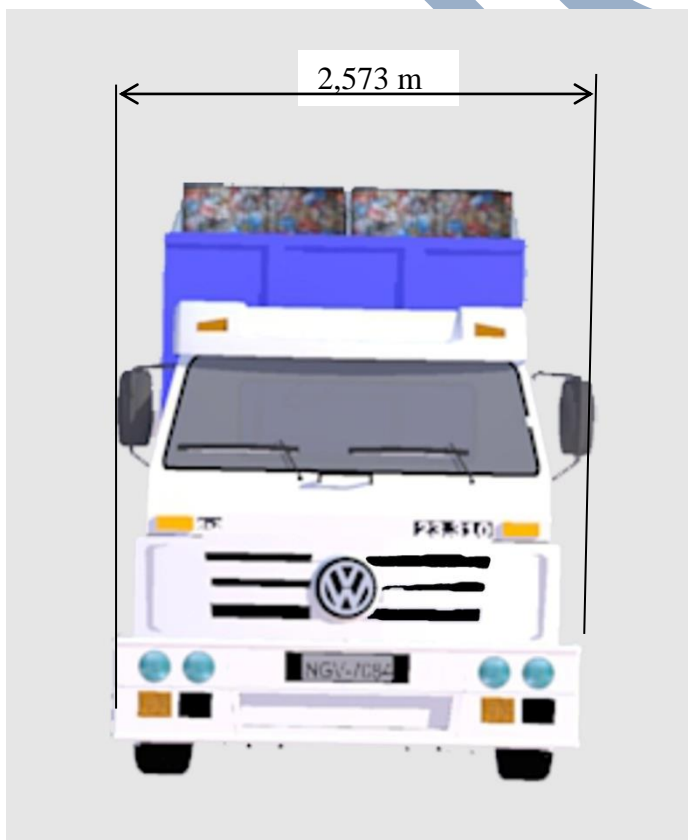
I – largura máxima: 2,60m;

II – altura máxima: 4,40m;

III – comprimento total:

a) veículos não-articulados: máximo de 14,00 metros;

Tomamos todas as medidas com a carga totalmente recomposta:



Obtivemos:

Altura: 4,132 m

Comprimento: 9,534 m

Largura: 2,573 m

Deste modo, podemos afirmar que, na ocasião do acidente a unidade V1(CAMINHÃO VW) encontrava-se rigorosamente dentro dos padrões conforme a norma estabelece, no que se refere às dimensões do veículo.





## DO PESO DA CARGA TRANSPORTADA

No que se refere ao peso a resolução 210/2006 normatiza o seguinte, para o tipo de veículo em tela:

Art. 2º Os limites máximos de peso bruto total e peso bruto transmitido por eixo de veículo, nas superfícies das vias públicas, são os seguintes:

§1º – peso bruto total ou peso bruto total combinado, respeitando os limites da capacidade máxima de tração - CMT da unidade tratora determinada pelo fabricante:

a) peso bruto total para veículo não articulado: 29 t

Deste modo procedemos a pesagem do veículo com a carga, nas dependências da empresa proprietária, que dispunha de balança apropriada:

Balança eletrônica







Durante a pesagem, obtivemos o PESO BRUTO TOTAL da unidade e carga de 23950 Kg, e o peso líquido da carga de 9.470 kg.

Os talonários abaixo (original e cópia carbonada) foram emitidos pela balança eletrônica de controle fiscalizado. O peso líquido transportado, portanto, encontrava-se até mesmo aquém da TARA declarada pelo fabricante, de 10.500 kg.

01/04/13 16:02 024395 004734 *Charlet*

14480kg

01/04/13 17:17 024396 000000

23950kg BRN

14480kg TRA

9470kg LIQ

**IPIRANGA** Nº 52181

BALANÇA ELETRÔNICA Fone/Fax: (62) 3096-88

Rua São Vicente de Paula nº 775 Cep. 74453-440 - Biarro Ipiranga - Goiânia - G

Caminhão  Outros  Ferro

Carreta  Ipiranga  Mate

MERCADORIA *Carga Avariada*

NOME *Ipiranga*

Aparecido *G. Santos* ASSINATURA *Rio Verde - G*

01/04/13 16:02 024395 004734 *Charlet*

14480kg

01/04/13 17:17 024396 000000

23950kg BRN

14480kg TRA

9470kg LIQ

**IPIRANGA** Nº 52181

BALANÇA ELETRÔNICA Fone/Fax: (62) 3096-88

Rua São Vicente de Paula nº 775 Cep. 74453-440 - Biarro Ipiranga - Goiânia - G

Caminhão  Outros  Ferro

Carreta  Ipiranga  Mate

MERCADORIA *Carga Avariada*

NOME *Ipiranga*

Aparecido *G. Santos* ASSINATURA *Rio Verde - G*

Portanto, o peso da carga encontrava-se rigorosamente dentro dos padrões normatizados pela portaria 210/2006.



## DA DISTRIBUIÇÃO DA CARGA NA CAÇAMBA/CONTÊINER

A carga transportada à ocasião do acidente era constituída principalmente de blocos em forma de paralelepípedo de latinhas descartáveis de alumínio prensadas, com dimensões aproximadas 50cm X 15cm X 40 cm (não medidas por nós), de cerveja e de refrigerante,. Estes blocos eram arranjados em blocos maiores, unidos por fita de arquear, de modo a constituir paletes onde espaços vazios tecnicamente distribuídos nas laterais servem para a introdução dos "garfos" de empilhadeiras, tornando prático e eficiente o manuseio dos blocos.

Os blocos são tecnicamente constituídos de modo a serem acondicionados na caçamba/contêiner não permitindo "folgas" acentuadas entre os blocos e as laterais da caçamba, impedindo deslocamentos laterais ou longitudinais da carga durante o transporte.

Além dos blocos de latinhas descartáveis, a carga também possuía "sacolões" de retalhos de peças de alumínio (radiadores, esquadrias de portas e janelas, etc.). Os sacolões foram distribuídos sobre uma base de blocos de latinhas, na parte posterior da caçamba.

Após acondicionada a carga do mesmo modo em que a mesma se encontrava na ocasião do acidente, verificamos que a mesma apresentava estabilidade suficiente para afirmarmos que não apresentavam folgas suficientes para se deslocarem no interior da caçamba a ponto de transmitir impulsos indesejáveis à segurança do transporte.







Temos ainda o fato de que a manobra de conversão à esquerda efetivada pela unidade V1(CAMINHÃO VW) no momento do acidente ocorreu com velocidade de 18 km/h, conforme registrado em seu disco de tacógrafo. A esta velocidade, mesmo que a carga se movimentasse com mínimas folgas eventualmente existentes



(entre 5cm e 10cm) , não iria adquirir aceleração (e conseqüente força lateral) com intensidade suficiente para provocar o tombamento da unidade.

Diante da constatação de que a carga, do modo como estava acondicionada não apresentava risco potencial de provocar tombamento do veículo em pequenas velocidades em curva, passamos a especular possíveis quebras ou defeitos mecânicos na unidade automotiva.

Durante nossa vistoria, verificamos que o primeiro eixo traseiro encontrava-se afastado em relação à lateral direita e avançado em relação à lateral esquerda. Ou seja, o eixo sofrera um torque (Veja na foto ao lado pneu interno direito do primeiro eixo traseiro encostado ao mancal das molas).

Com a finalidade de detectarmos qualquer defeito ou quebra neste eixo que possa ter provocado o acidente, contratamos os serviços do Sr. Juscelino Pereira da







Silva, especializado em eixos, suspensões, etc.



O Sr. Juscelino procedeu rigorosa vistoria nas partes baixas do veículo e como diagnóstico, afirmou que o eixo apenas se afastara durante o tombamento e durante o ato de "destombar" o veículo, não havendo quaisquer quebras ou defeitos no sistema.

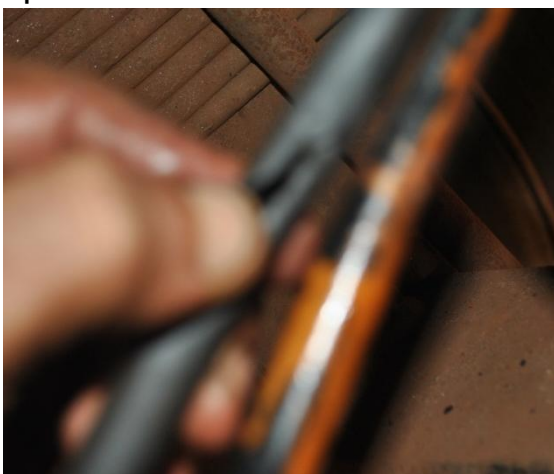
Solicitamos então que o Sr. Juscelino continuasse

os exames em toda a parte baixa do veículo. Desta feita o Sr. Juscelino encontrou um defeito.

Foi constatado que a mangueira de admissão de ar na cuíca de freio da roda do primeiro eixo traseiro, lado esquerdo, **encontrava-se rompida.**



Este fato constituíu um elemento técnico relevante na produção do acidente. Esclarece-se que o sistema pneumático de freios, que equipava o caminhão, funciona com ar armazenado em "cuícas", abastecidas por compressor de ar diretamente conectado à rotação do motor. As sapatas de freio são liberadas quando a cuíca esta cheia de ar, exercendo pressão para manter um eixo na posição de "freio não acionado". Para acionar o freio, a cuíca libera o ar por válvulas de escape, permitindo o giro do eixo que aciona as sapatas de freio.



Temos, então, que o rompimento da mangueira de abastecimento do ar da cuíca (do compressor para a cuíca) fez com que a mesma não fosse devidamente abastecida de ar, provocando o giro do



eixo que acionou o funcionamento o freio, travando a roda. Esclarecemos ainda que existe uma cuíca de freio para cada roda, ou seja, cada roda possui sistema independente de freio.

O travamento de roda de apenas um dos lados de um eixo de tração provoca um desequilíbrio da condutibilidade do mesmo. No evento em tela, enquanto a roda do eixo traseiro esquerdo travou, pelo rompimento da mangueira de abastecimento de ar, a roda do lado direito continuou a girar por força de tração do motor (o primeiro eixo traseiro possui as rodas tracionadas). Este fato provocou o efeito de tendência de giro acentuado à esquerda. No entanto, como o eixo é passivo (as rodas não esterçam com o volante) o movimento se contrapôs ao movimento do eixo ativo (eixo dianteiro). A resultante destes movimentos combinados foi a "saída" da traseira do veículo para a direita.

Inferimos então que o aludido som que o condutor da unidade ouviu nos momentos precedentes ao tombamento do veículo, tratava-se do rompimento da mangueira, que, por transportar ar altamente pressurizado, bombeado pelo compressor, quando escapa de modo instantâneo provoca violento deslocamento de ar e o característico "estampido" deste deslocamento, com o estouro de um balão.

Face a tudo o que acima foi exposto, somos de opinião que o nexo de causalidade do acidente está relacionado a dois fatores:

1 - Trecho da área comum do cruzamento da Rua Curupaiti com a Rua São Bento apresentando superelevação transversal negativa para conversões da primeira para a segunda via citadas provocando a tendência de saída dos veículos para fora da curva.

2 - Travamento da roda esquerda do eixo traseiro de tração (primeiro eixo traseiro) provocando a "saída" de traseira do veículo para a direita na curva (no caso, também para fora da curva).

A combinação concomitante destes dois fatores provocou o inevitável tombamento do veículo, de calado alto, superando a capacidade do condutor de efetivar manobras hábeis para evitar o sinistro.



## CONCLUSÃO

Após analisar os documentos disponíveis, coligir elementos materiais e testemunhais, proceder inúmeras vistorias técnicas, proceder a análise física das dinâmicas pré e pós embate, realizar cálculos, inferimos que o nexo de causalidade do acidente é de **natureza fortuita**, relacionada a defeito de construção da via pública e defeito mecânico surgido no momento do fato, fugindo da capacidade do condutor da unidade V1(CAMINHÃO VW) de empreender qualquer manobra hábil a evitar o sinistro.

É o relatório.

Goiânia, 23 de maio de 2013.

MARCOS AUGUSTO MONTEIRO  
Perito