



## LAUDO DE PERÍCIA TÉCNICA

Que faz MOACYR MOLINARI, brasileiro,  
casado, residente à rua \_\_\_\_\_,  
Curitiba-PR, professor universitário e engenheiro  
civil, portador do R.G. n.º \_\_\_\_\_, carteira  
profissional n.º 15.586-D/CREA-PR, atendendo a  
pedido do Sr. \_\_\_\_\_.

**Curitiba - PR**

**Dezembro de 2002**

## **1 - DO MOTIVO DA PERÍCIA**

O motivo da presente perícia técnica é a verificação das condições cinemáticas e dinâmicas em que ocorreu a colisão entre os veículos placa e placa , no dia de de 1997, uma terça-feira, em torno das h , no cruzamento entre a rua Saint Hilaire e a avenida Iguaçú, em Curitiba-PR.

## **2 - DOS DOCUMENTOS INSTRUTORES**

Devido ao fato de a colisão ter ocorrido há mais de cinco anos antes da realização da presente perícia técnica, este estudo é instruído pelos documentos oficiais listados na seqüência.

### **2.1 - Documento número 1**

Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito número , expedido pelo Departamento de Trânsito, 1.ª CIRETRAN, Polícia Militar do Paraná, BPTran, datado de de de 1997.

### **2.2 - Documento número 2**

Laudo de Exame em Veículos a Motor, número , expedido pelo Instituto de Criminalística do Departamento de Polícia Civil do Estado do Paraná, elaborado pelos peritos criminais e baseado em exame realizado em de de 1997 (24 dias após a colisão).

### **2.3 - Documento número 3**

Laudo de Exame e Levantamento de Local (Indireto) número , expedido pelo Instituto de Criminalística do Departamento de Polícia Civil do Estado do Paraná, elaborado pelos peritos criminais e baseado em exame e levantamento realizados em de de 1997 (73 dias após a colisão).

Convém observar que o "laudo de exame em veículos a motor", do Instituto de Criminalística, inverte a denominação dos veículos V1 e V2. Para uniformizar a linguagem, no presente estudo será adotada a mesma denominação expressa no boletim de ocorrência policial.

Serão citados a seguir apenas os dados do veículos necessários à realização dos estudos cinemáticos e dinâmicos.

#### 4.1 - Do Veículo V1 ( )

O veículo V1 ( ) possui as seguintes características:

- a) Comprimento = 4709 mm = 4,709 m
- b) Largura = 1731 mm = 1,731 m
- c) Massa = 1740 kg

Estas características foram obtidas da página do fabricante na Internet, como mostram as figuras a seguir:

The screenshot shows the Chevrolet website's technical specifications page. The browser window title is 'Monte o seu Chevrolet - Internet Explorer From IG - Internet Grátis'. The address bar shows 'http://chev2.chevrolet.com.br/configurador/configurador.asp?link...'. The page header includes 'CHEVROLET CONTE COMIGO' and navigation options like 'VEÍCULOS CHEVROLET', 'CONCESSIONÁRIAS', and 'FALE CONOSCO'. The main content area is titled 'ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS' and features a table with technical details for three different models. The table includes columns for 'Carro', 'Motor', 'Direção', 'Transmissão', and 'Freio'. The 'Motor' section lists power and torque values for three models. The 'Transmissão' section lists manual and automatic options. The 'Freio' section lists disc and drum brake configurations.

Carro	Motor	Direção	Transmissão	Freio
	4800rpm Torque: 21.9mkgf @ 2600 rpm	Hidráulica - redução 15,0:1 a 13,0:1	Manual de 5 velocidades "overdrive"	Dianteiro: A disco ventilado. Traseiro: A tambor auto-ajustável.
	Potência: 132cv @ 3600rpm Torque: 34,0mkgf @ 1800rpm	Hidráulica - redução 15,0:1 a 13,0:1	Manual de 5 velocidades "overdrive"	Dianteiro: A disco ventilado. Traseiro: A tambor auto-ajustável.
	Potência: 192cv @ 4400rpm Torque: 35,0mkgf @ 3200rpm	Hidráulica - redução 15,0:1 a 13,0:1	Automática de 4 velocidades com Piloto Automático (Cruise Control)	Dianteiro: A disco ventilado. Traseiro: A tambor auto-ajustável.

Figura 4.1.1 - Características do veículo V1 ( ) - página do fabricante na Internet

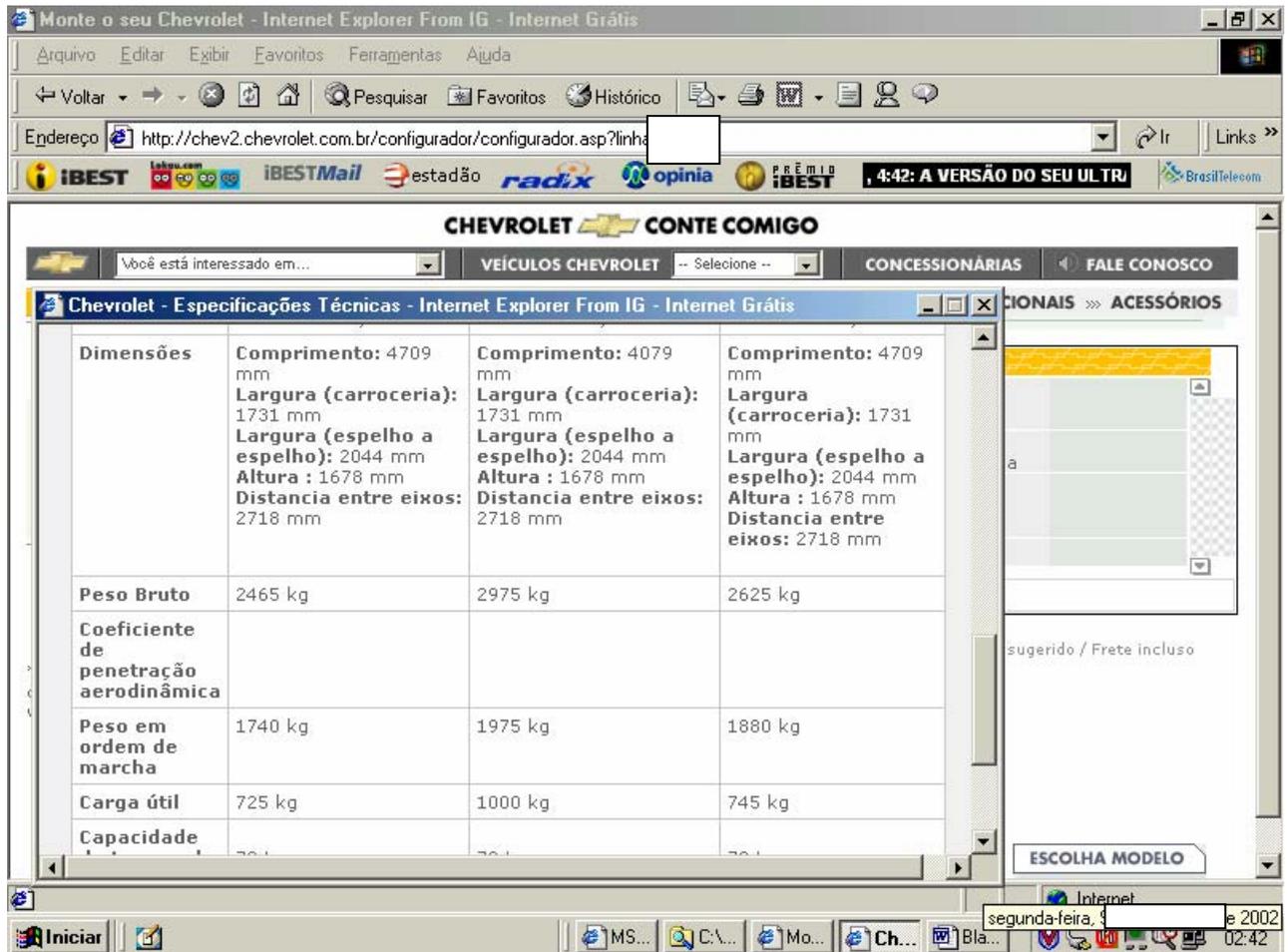


Figura 4.1.2 - Características do veículo V1 ( ) - página do fabricante na Internet

## 4.2 - Do Veículo V2 ( )

O veículo V2 ( ) possui as seguintes características:

- Comprimento = 3985 mm = 3,985 m
- Largura = 1595 mm = 1,595 m
- Massa = 860 kg
- Cilindrada = 1298 cm<sup>3</sup> (motor 1.3)

Estas características foram obtidas da página do fabricante na Internet, como mostram as figuras a seguir:

- X
- X
- X
- X

**podem ter alterado suas direções de movimento, fazendo com que os vetores de velocidade não fossem paralelos aos eixos das vias.**

## **6 - DA ÁREA PROVÁVEL DE IMPACTO**

É normal se encontrar no local de uma colisão automobilística, logo após a ocorrência, vestígios tais como marcas recentes de frenagem e fragmentos dos veículos envolvidos. Observando os citados vestígios, a autoridade policial pode estimar a posição da pista em que esteve o centro de gravidade da superfície de contato inicial entre os veículos, denominada "área provável de impacto", geralmente indicada em boletins de ocorrência de acidentes de trânsito com a sigla API.

A análise física visando a obtenção das velocidades de veículos envolvidos em colisão somente é possível se forem conhecidas as posições finais de repouso e a área provável de impacto.

O boletim de ocorrência referente à colisão em estudo (Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito número \_\_\_\_\_, expedido pelo Departamento de Trânsito, 1.ª CIRETRAN, Polícia Militar do Paraná, BPTran, datado de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 1997) não indica a área provável de impacto, nem a existência de marcas de frenagem e fragmentos dos veículos envolvidos. O boletim de ocorrência indica apenas, em croqui esquemático e sem escala gráfica, a posição final de repouso dos veículos, após a colisão. O boletim de ocorrência não possui fotografias que permitam colher outras informações.

O laudo de exame do local do Instituto de Criminalística (Laudo de Exame e Levantamento de Local Indireto número \_\_\_\_\_, Departamento de Polícia Civil do Estado do Paraná, baseado em exame e levantamento realizados em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 1997) também não indica a área provável de impacto, não indica a existência de marcas de frenagem e fragmentos dos veículos envolvidos e nem poderia mesmo indicar, pois o exame foi realizado pelos peritos criminais \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ 73 dias após a data da colisão em estudo. O laudo de exame do local indica apenas, em desenho esquemático em escala gráfica definida, as dimensões geométricas do cruzamento em que ocorreu a colisão. As fotografias do laudo de exame do local não permitem colher informações sobre vestígios da colisão, pois foram obtidas mais de dois meses após a ocorrência.

**Do que se expôs, pode-se facilmente concluir que a área provável de impacto não é e não poderá ser conhecida e, por isso, as velocidades dos veículos imediatamente antes e após a colisão não podem ser determinadas com certeza científica.**

## **7 - DAS HIPÓTESES LIMÍTROFES**

Arbitrar uma posição qualquer no cruzamento como área provável de impacto (API) não é cientificamente correto. Os resultados obtidos do cálculo das velocidades dos veículos são muito dependentes da API e variam muito com alterações em sua posição.

Como foi ressaltado anteriormente, os documentos oficiais não indicam a API. Além disso, não há indicação que garanta que os veículos trafegavam em uma determinada faixa de rolamento. Pode-se, então, fazer os cálculos das velocidades dos veículos em quatro posições extremas do cruzamento, que constituem hipóteses limítrofes: a verdadeira API (desconhecida) certamente está entre as quatro posições extremas.

O cálculo das quatro hipóteses não poderá dar valores definitivos das velocidades, mas mostrará o quanto tais velocidades podem variar com a mudança da posição da API.

As quatro hipóteses limítrofes são:

- a) Hipótese 1 (ver prancha de desenho 001, anexa): o veículo V1 ( ) viria pela avenida Iguaçu, rente ao seu meio-fio direito, enquanto que o veículo V2 ( ) viria pela rua Saint Hilaire, rente ao seu meio-fio direito;
- b) Hipótese 2 (ver prancha de desenho 002, anexa): o veículo V1 ( ) viria pela avenida Iguaçu, rente ao seu meio-fio direito, enquanto que o veículo V2 ( ) viria pela rua Saint Hilaire, rente ao seu meio-fio esquerdo;
- c) Hipótese 3 (ver prancha de desenho 003, anexa): o veículo V1 ( ) viria pela avenida Iguaçu, rente ao seu meio-fio esquerdo, enquanto que o veículo V2 ( ) viria pela rua Saint Hilaire, rente ao seu meio-fio esquerdo;
- d) Hipótese 4 (ver prancha de desenho 004, anexa): o veículo V1 ( ) viria pela avenida Iguaçu, rente ao seu meio-fio esquerdo, enquanto que o veículo V2 ( ) viria pela rua Saint Hilaire, rente ao seu meio-fio direito.

## **8 - DO CÁLCULO NAS HIPÓTESES LIMÍTROFES**

As velocidades dos veículos imediatamente antes e depois da colisão podem ser calculadas, contanto que sejam conhecidas as posições finais de repouso e a área provável de impacto.

Como foi já citado, são conhecidas as posições finais de repouso, mas os documentos oficiais não indicam a área provável de impacto. Por isso, o cálculo das velocidades

graus) entre a direção X (eixo da rua Saint Hilaire) e as direções das trajetórias dos veículos V1 e V2, respectivamente, consideradas retilíneas, entre a região da colisão correspondente a cada hipótese limítrofe e a posição final de repouso. A tabela a seguir resume os dados extraídos das pranchas citadas:

Hipótese	Prancha	d <sub>1</sub> (m)	d <sub>2</sub> (m)	α <sub>1</sub> (°)	α <sub>2</sub> (°)
1	001	20,992	17,067	69,5617	49,9979
2	002	12,131	11,777	49,7979	13,0962
3	003	20,333	21,903	27,1082	6,9980
4	004	26,730	25,368	47,3817	31,0212

Tabela 8.1.1 - Dados geométricos das hipóteses limítrofes.

## **8.2 - Velocidade do Veículo V1 ( ) imediatamente após a Colisão**

Aplicando o Princípio do Trabalho e da Energia Mecânica ao movimento do veículo V1 ( ) após a colisão, tem-se:

$$T_1 = E_{m1}'' - E_{m1}' \rightarrow T_1 = E_{c1}'' - E_{c1}'$$

Será adotada energia cinética final nula, desprezando o efeito de colisões secundárias, como com o meio-fio:

$$T_1 = 0 - E_{c1}'$$
$$T_1 = - 0,5 \cdot m_1 \cdot v_1'^2 \dots\dots\dots [1]$$

O trabalho realizado pelo atrito é dado por

$$T_1 = - F_1 \cdot d_1 = - m_1 \cdot g \cdot \mu \cdot d_1$$

onde,

**m<sub>1</sub>** é a massa do veículo V1 (1740 kg) acrescida da massa estimada de seu único ocupante (70 kg), resultando 1810 kg ,

**g** é a aceleração da gravidade local (valor médio terrestre = 9,81 m/s<sup>2</sup> ; valor médio na região de Curitiba = 9,78 m/s<sup>2</sup>)

**μ** é o coeficiente de atrito entre borracha e concreto asfáltico (0,8) .

Tempo após a colisão(s)	$x_1$ (m)	$x_2$ (m)	$\theta_1$ (graus)	$\theta_2$ (graus)
0,5	9,248	9,018	63,11	48,72
1,0	16,54	16,08	112,88	86,87
1,5	21,876	21,186	149,29	114,45

Tabela 10.1 - Deslocamentos e rotações após a colisão (hipótese 4)

A situação é mostrada na prancha 006 (anexa).

## **11 - CONCLUSÕES**

O presente estudo, baseado nas leis da Física, mais especificamente do ramo da Mecânica, em princípios de Cinemática e da Dinâmica, permite concluir :

**a) As informações contidas nos documentos oficiais não possibilitam determinar as direções precisas dos movimentos dos veículos imediatamente antes da colisão. Os veículos não estavam necessariamente transitando nas direções dos eixos de suas respectivas vias. Manobras executadas pelos condutores dos veículos pouco antes da colisão, podem ter alterado suas direções de movimento, fazendo com que os vetores de velocidade não fossem paralelos aos eixos das vias.**

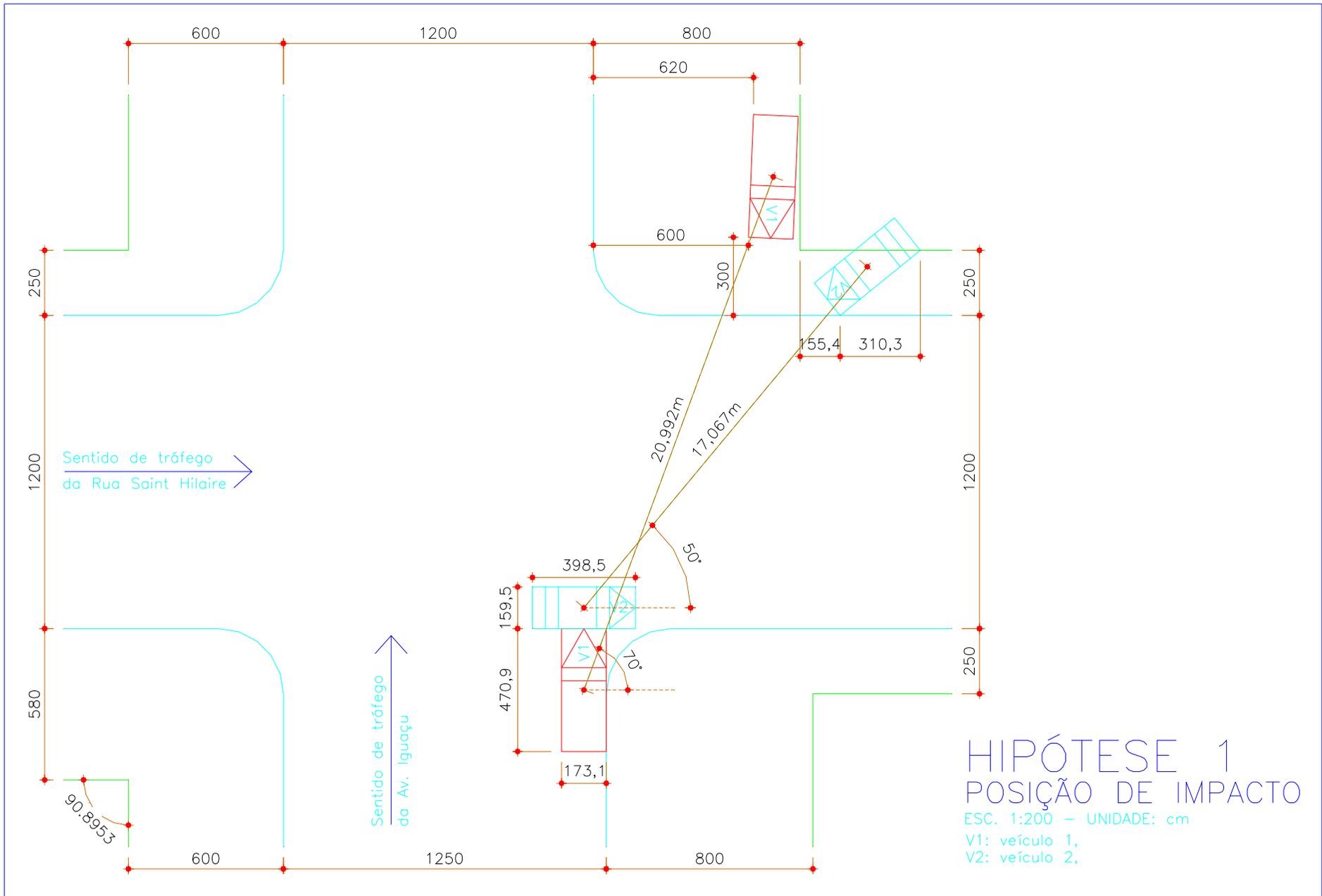
**b) As velocidades dos veículos imediatamente antes e após a colisão não podem ser determinadas com certeza científica, porque o boletim de ocorrência e o laudo de exame do local do Instituto de Criminalística não indicam a área provável de impacto (API - posição em que os veículos iniciaram o contato físico, no princípio da colisão), nem marcas de frenagem e nem fragmentos dos veículos.**

**c) A posição da API (área provável do impacto) influencia em muito a determinação das velocidades dos veículos imediatamente antes da colisão: variações de 152 % para o veículo V1 ( ) e de 116% para o veículo V2 ( ). Fica cientificamente invalidada qualquer afirmação categórica de valor numérico específico das velocidades dos veículos, visto que não é conhecida a posição da API.**



## ANEXO A

SEIS PRANCHAS DE DESENHO



**Moacyr Molinari**  
 perito – engenheiro

(041)

crea15586/D-PR

PERÍCIA

COLISÃO x

TÍTULO

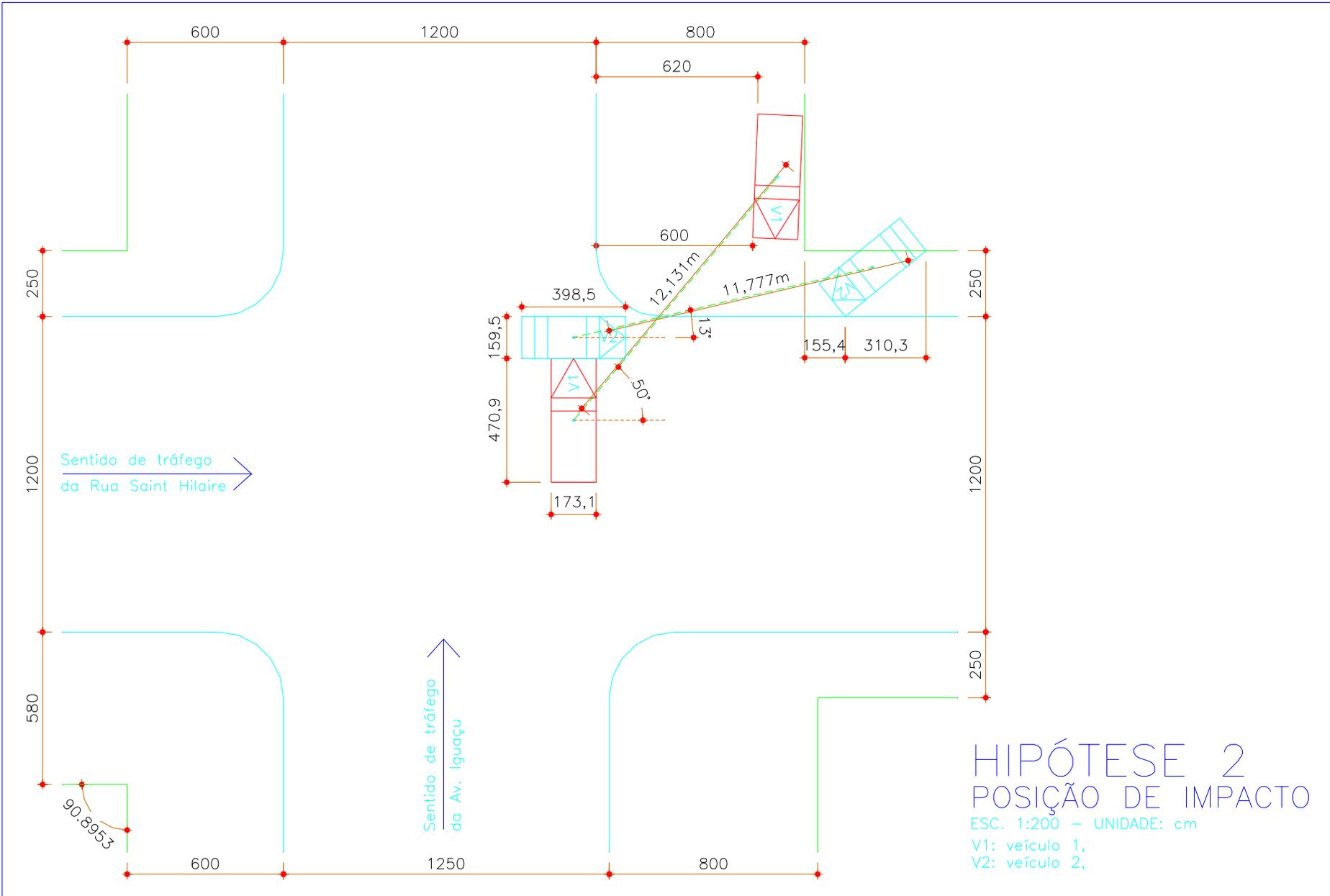
HIPÓTESE 1 DE POSIÇÃO DE IMPACTO

DESENHO

aris

FOLHA

001



HIPÓTESE 2  
 POSIÇÃO DE IMPACTO  
 ESC. 1:200 – UNIDADE: cm  
 V1: veículo 1,  
 V2: veículo 2,



**Moacyr Molinari**  
 perito – engenheiro

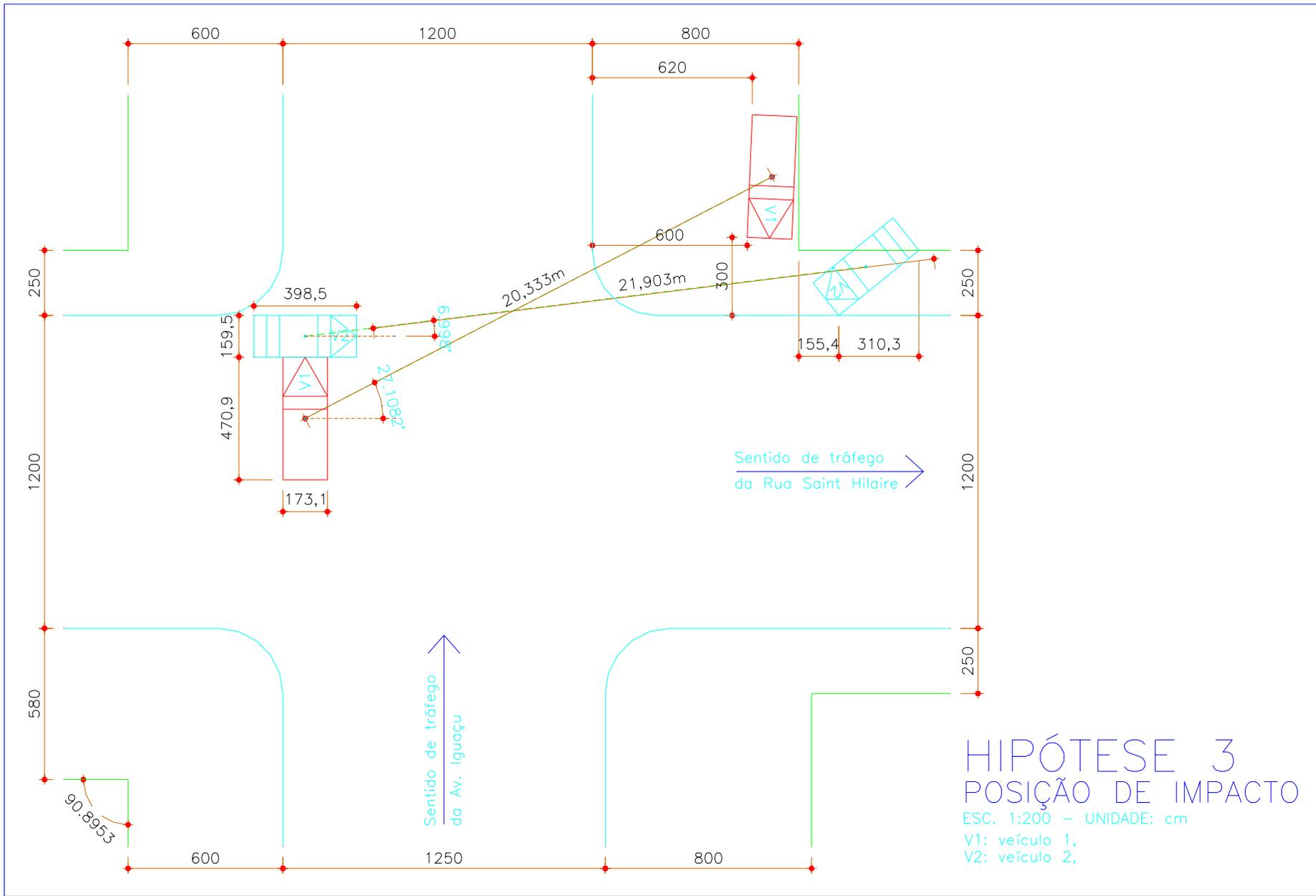
(041) . crea15586/D-PR

PERÍCIA COLISÃO x

TÍTULO HIPÓTESE 2 DE POSIÇÃO DE IMPACTO

DESENHO aris

FOLHA 002



**Moacyr Molinari**  
 perito – engenheiro

(041)

crea15586/D-PR

PERÍCIA

COLISÃO

x

TÍTULO

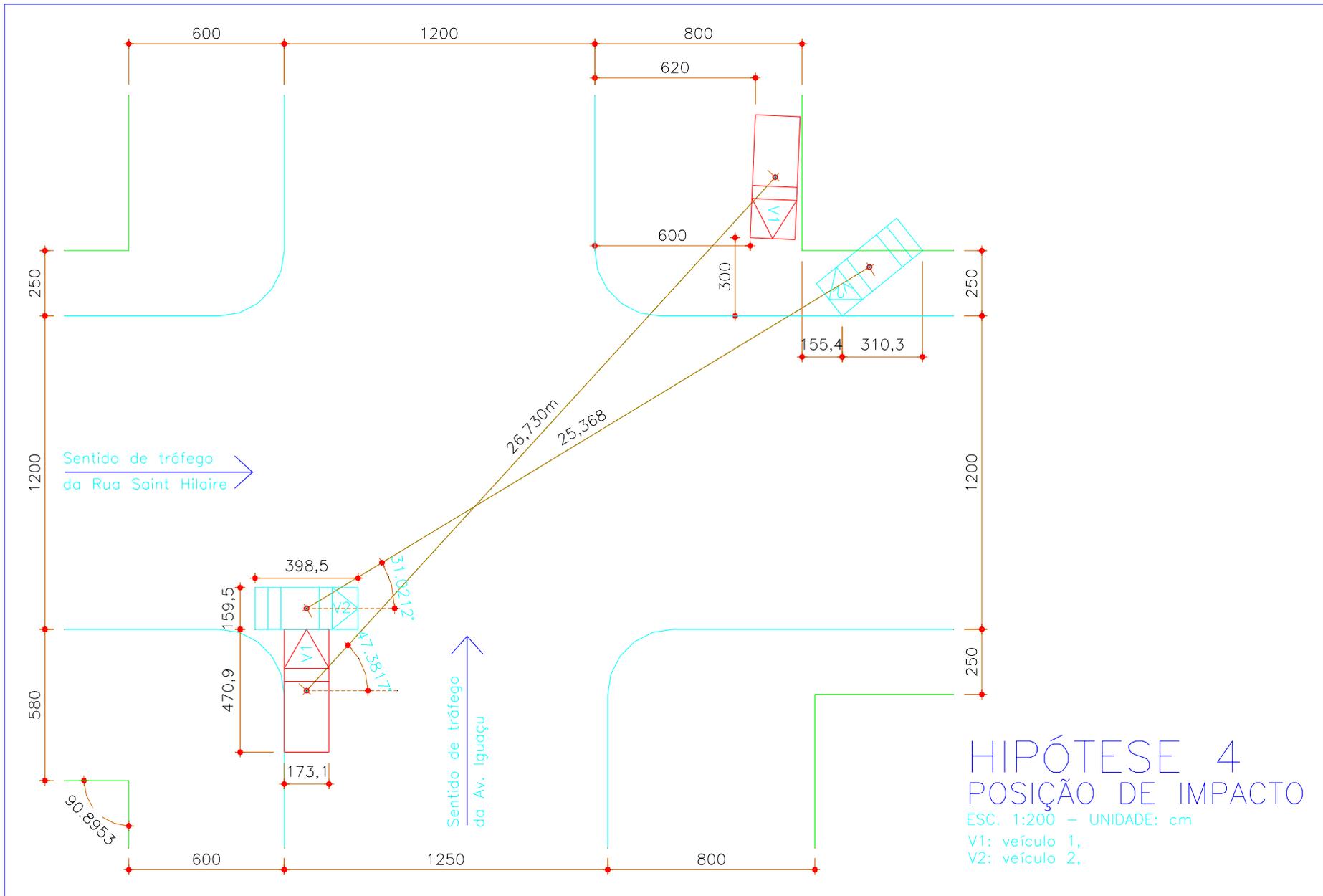
HIPÓTESE 3 DE POSIÇÃO DE IMPACTO

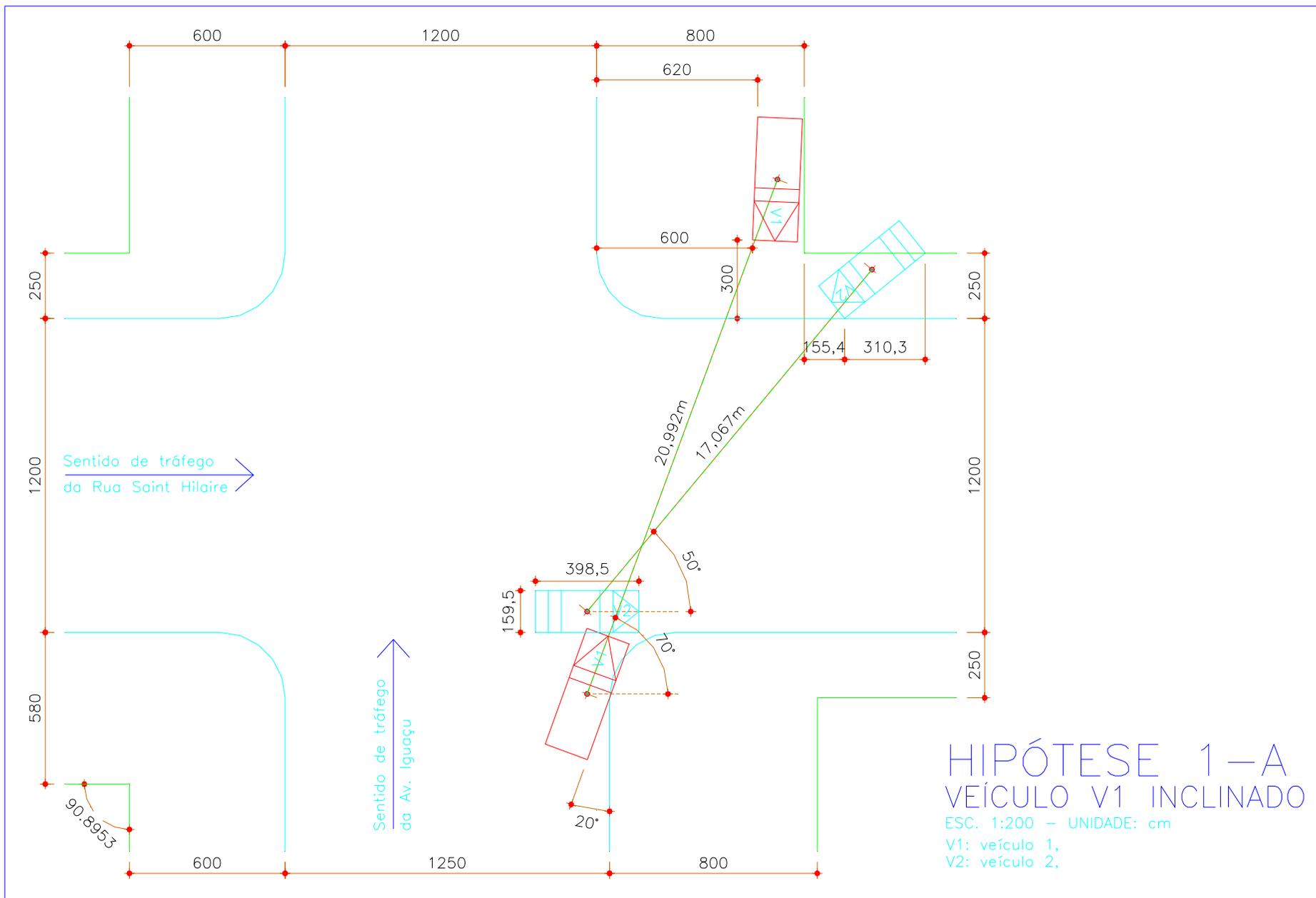
DESENHO

oris

FOLHA

003





# HIPÓTESE 1-A VEÍCULO V1 INCLINADO

ESC. 1:200 - UNIDADE: cm

V1: veículo 1,  
V2: veículo 2,



**Moacyr Molinari**  
perito - engenheiro

(041)

, crea15586/D-PR

PERÍCIA

COLISÃO

x

TÍTULO

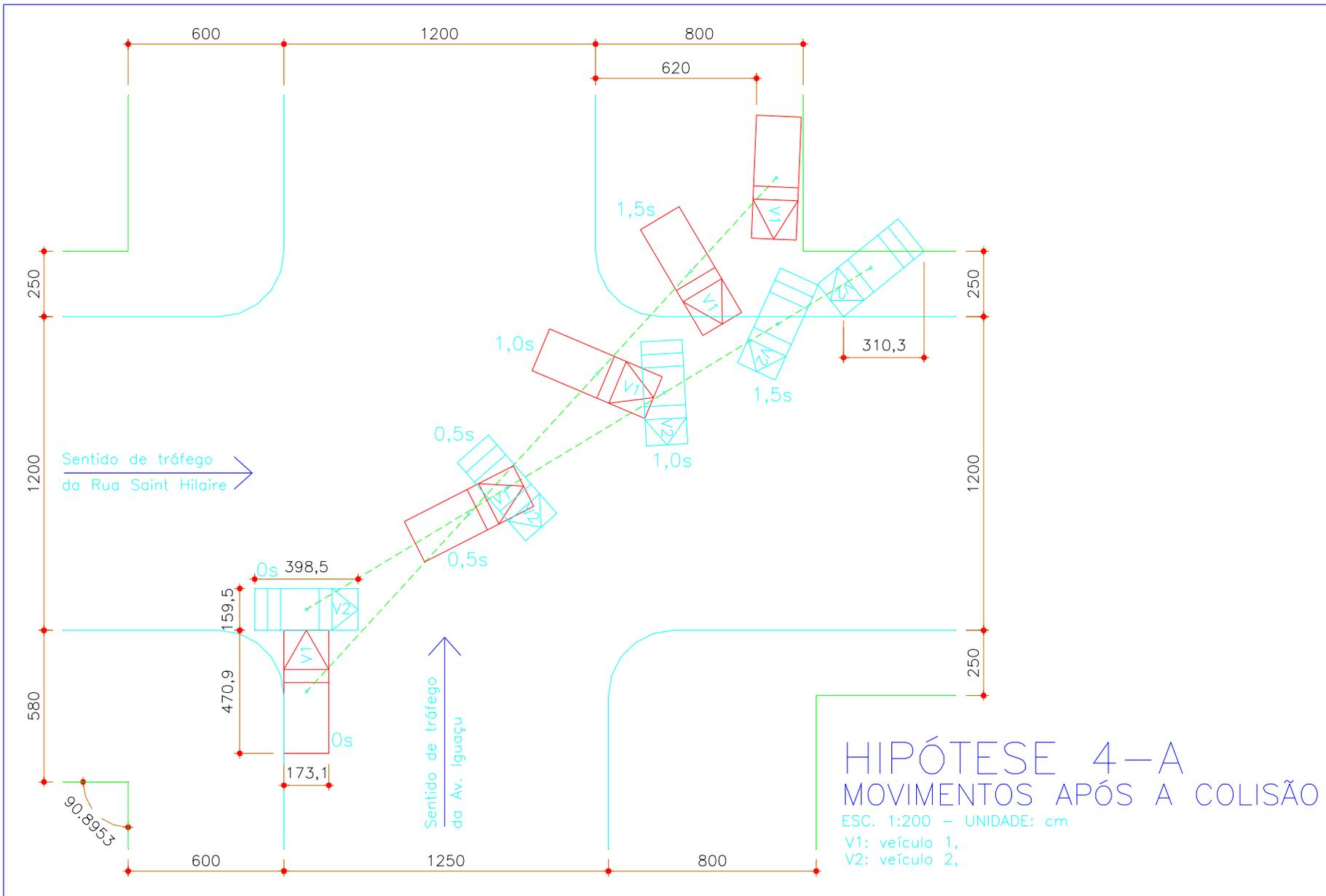
HIPÓTESE 1-A, COM VEÍCULO V1 INCLINADO

DESENHO

aris

FOLHA

005



**Moacyr Molinari**  
perito - engenheiro

(041)

, crea15586/D-PR

PERÍCIA

COLISÃO

x

TÍTULO

HIPÓTESE 4-A, MOVIMENTOS APÓS A COLISÃO

DESENHO  
arís

FOLHA

006