

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE REFERÊNCIA EM FORMAÇÃO E EAD/CERFEAD
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PERÍCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO
PARÂMETROS PARA DEFINIÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA DA RODOVIA

Trabalho de Conclusão
PAULO SÉRGIO MACHADO

Florianópolis/SC

2017

PAULO SÉRGIO MACHADO

PARÂMETROS PARA DEFINIÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA DA RODOVIA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Centro de Referência em Formação e Ead/CERFEAD do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) como requisito parcial para Certificação do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Perícia de Acidentes de Trânsito.

Orientadora: Anneliese Migosky Maia, MSc

Florianópolis/SC

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Machado, Paulo Sérgio

**PARÂMETROS PARA DEFINIÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA DA
RODOVIA / Paulo Sérgio Machado ; orientação de Anneliese Migosky
Maia. - Florianópolis, SC, 2017.**

59 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu - Especialização)

- Instituto Federal de Santa Catarina, Centro
de Referência em Formação e Educação à Distância
- CERFEAD. Especialização em Perícia de Acidentes
de Trânsito. Departamento de Educação à Distância.
Inclui Referências.

1. Velocidade. 2. Velocidade Máxima. 3. Sinalização.
4. Laudo Pericial. 5. Parâmetros. I. Maia, Anneliese
Migosky . II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento
de Educação à Distância. III. Título.

PAULO SÉRGIO MACHADO
PARÂMETROS PARA DEFINIÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA DA RODOVIA

Este Trabalho de Conclusão foi julgado e aprovado para a obtenção do título de Especialista em Perícia de Acidentes de Trânsito do Centro de Referência em Formação e Ead do Instituto Federal de Santa Catarina - CERFEAD/IFSC.

Florianópolis, (dia) de (mês) de ano.

.....

Prof. Nilo Otani
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

.....

Anneliese Migosky Maia, MSc
Orientadora

.....

Nelson Granados Moratta, MSc.

.....

Edison Luis Walter, Esp.

Dedico este trabalho:

Primeiramente, a Deus, por me conceder a graça divina e bênção a tudo que
consegui realizar.

Aos meus pais, Paulo Machado (in memoriam) e Terezinha da Silva Machado, que
muito se dedicaram para proporcionar o que sou hoje.

Aos meus filhos, Paulo Roberto e Paulo Ricardo que são minha eterna fonte de
orgulho e inspiração.

A minha amada Michela Bitencourt Mariano que me apoia e suporta com paciência
minha ausência, sempre me recebendo com muito carinho e amor.

As minhas irmãs Rosimere e Rosilane que sempre transmitem grande confiança em
mim.

Sem dúvida, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, ajudando a
compor mais uma página de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Polícia Rodoviária Federal e a todos os amigos e companheiros da corporação, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial, aos policiais e servidores que prestaram informações e me auxiliaram.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo desenvolvimento do curso

A minha orientadora Anneliese Migosky Maia, pelo auxílio na elaboração do trabalho.

A todos os professores do Curso de especialização em perícia em acidente de trânsito.

A todos os colegas de turma, pelas horas de convívio, camaradagem, discussões e pelos bons momentos que passamos juntos, seja virtualmente ou presencialmente.

Finalmente, agradeço a todos os amigos que contribuíram para a realização do presente trabalho.

Não é fácil pegar um cuitelo no voo.
(Paulo Machado)

RESUMO

MACHADO, Paulo Sérgio. **Parâmetros para definição da velocidade máxima da rodovia**. Ano. 2017. Trabalho de Conclusão (Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Perícia de Acidentes de Trânsito) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, ano.

O presente trabalho tem como objetivo identificar os parâmetros para definição da velocidade máxima da rodovia, bem como a respectiva sinalização nos pontos críticos, visando orientar os peritos da Polícia Rodoviária Federal na elaboração dos laudos periciais. Buscou-se identificar os métodos adotados no Brasil para definição da velocidade máxima da rodovia e na sequência caracterizando-os. Ressaltou-se a sinalização adequada para os pontos críticos, definindo-se as distâncias necessárias e o posicionamento das placas R-19. Procurou-se mostrar que a definição inadequada da velocidade máxima ou a sinalização incorreta num trecho da rodovia pode modificar a causa direta do acidente. Portanto, o perito deve estar atento a estas variáveis quando da elaboração do laudo pericial. Baseando-se no Laudo Pericial elaborou-se demonstrativo da correta distância das placas para o local. Conclui-se que os parâmetros adotados pelos estudos de engenharia não estão atualmente dimensionados e o peso de cada um deles depende do órgão executivo rodoviário.

Palavras-chave: Velocidade. Velocidade Máxima. Sinalização. Laudo Pericial. Parâmetros.

ABSTRACT

MACHADO, Paulo Sergio. **Parameters for definition of the maximum speed of the highway**. 2017. Final Course Assignment (*latu senso* Postgraduate Course in Traffic Accident Expertise) – Federal Institution of Santa Catarina, Florianopolis/SC).

The main objective of this final course assignment is to identify the parameters for the definition of the maximum speed of the highway, as well as the respective signaling, especially in the critical points, in order to guide the experts of the Federal Highway Police when elaborating the expert reports and suggestions to the highway executive body responsible for the highway. It was initially sought to identify the methods adopted in Brazil to define the maximum speed of the highway and in the sequence characterizing them. The appropriate signaling for the critical points was emphasized, defining the necessary distances and the positioning of the R-19 plates. It was also sought to show that the inadequate definition of the maximum speed or incorrect signaling on a section of the highway can modify the direct cause of the accident, so the expert must be aware of these variables when preparing the expert's report. Based on the Expert Report, a demonstration of the correct distance from the plates to the site was elaborated. It is concluded that the parameters adopted by the engineering studies are not currently dimensioned and the weight of each one depends on the federal executive body.

Key-words: Speed. Maximum Speed. Signaling. Forensic Report, Parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Placa R-19 - Velocidade Máxima Permitida	21
Figura 2 - Metodologia para a determinação das distâncias entre as placas.....	24
Figura 3- Posicionamento das placas de sinalização (R-19) no local da ocorrência	31
Quadro 1- Diretrizes básicas para regulamentação de velocidade máxima permitida em vias urbanas	19
Quadro 2- Diretrizes básicas para regulamentação de velocidade máxima permitida em vias rurais	20
Quadro 3- Distância máxima entre placas R-19	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distância de percepção / reação e de frenagem.....	24
Tabela 2- Distância de legibilidade	26
Tabela 3- Medidas para posicionamento adequado das R-19 no local da ocorrência	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Fatores a serem considerados para o levantamento do local da ocorrência	15
2.1.1 Limite Legal de Velocidade.....	17
2.1.2 Engenharia de Trânsito	18
2.2 Sinalização.....	22
2.2.1 Sinalização da redução da velocidade regulamentar.....	23
3 RESULTADOS E ANÁLISE	29
3.1 Velocidade	30
3.2 Sinalização.....	31
3.3 Causas.....	33
4 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE A – LAUDO PERICIAL	38

1 INTRODUÇÃO

Com a futura implantação da perícia nos acidentes de trânsito pela Polícia Rodoviária Federal nas rodovias federais de Santa Catarina, os peritos terão destaque não só, no levantamento do local e elaboração de laudos e pareceres em relação aos acidentes de trânsito ocorridos, mas principalmente por desenvolverem ações preventivas para a redução do quantitativo de acidentes e vítimas.

De acordo com Organização Pan-Americana da Saúde (2012), as velocidades altas (isto é, dirigir acima do limite permitido) e inadequadas (dirigir rápido demais para as condições do momento, o que envolve condutor, veículo, via e trânsito, mais do que limite de velocidade) são quase universalmente reconhecidas como as contribuintes tanto para o aumento do número quanto para a gravidade das colisões no trânsito, portanto torna-se essencial que o Policial Rodoviário Federal – Perito tenha conhecimento sobre os parâmetros adotados pela Autoridade da via para definir a velocidade máxima da rodovia e dos trechos com maior incidência de acidentes.

Conhecedor destes parâmetros, o Perito Policial Rodoviário Federal - PRF, poderá verificar se a definição da velocidade máxima permitida é adequada ao trecho, bem como se a rodovia se encontra sinalizada corretamente. Além de poder sugerir a intervenção da engenharia do tráfego para tratamento de pontos críticos ou ainda adoção de medidas de engenharia de baixo custo.

Destaca-se, ainda, que a definição exata da velocidade máxima a ser desenvolvida pelos veículos pode, segundo os cálculos físicos, definir a responsabilidade pelo acidente de trânsito, por isto é imprescindível que o Perito – PRF possa afirmar se a placa de regulamentação da via é condizente com os parâmetros utilizados nesta definição.

Em vista disso, o presente relatório busca entender quais os parâmetros adotados pelas autoridades executivas rodoviárias e de trânsito para a definição da velocidade regulamentar máxima da rodovia e a forma correta da implementação da sinalização, dando assim, subsídios para que o Perito –

PRF desenvolva sua atividade e a elaboração de laudos e pareceres de forma profissional e isenta.

Para o desenvolvimento do presente relatório técnico/científico utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental, já que buscou-se conteúdo teórico em livros, sites, trabalhos acadêmicos, bem como nas entidades e órgãos componentes do Sistema Nacional de Trânsito, que são os responsáveis pela implementação e fiscalização da velocidade nas vias.

Utilizou-se o método de estudo de caso, embasado numa simulação de acidente de trânsito onde os dados foram coletados através do laudo pericial. Esses dados foram utilizados para realizar uma análise sobre o estudo da velocidade máxima permitida nas rodovias, de forma a identificar os métodos para definição da velocidade, bem como a devida sinalização.

A análise feita foi quantitativa e qualitativa, uma vez que os resultados apresentados foram demonstrados através de medidas precisas possibilitando interpretar e compreender a definição da velocidade máxima definida para o trecho analisado, bem como, definir as possíveis falhas nesta definição e implementação da sinalização.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa esclarecer os principais tópicos relacionados aos parâmetros utilizados para a definição da velocidade máxima, sejam eles, os estabelecidos pela legislação vigente ou pela engenharia de trânsito. Além destes parâmetros será abordada a respectiva sinalização de trânsito, quando se fizer necessária a redução desta velocidade, em pontos críticos das rodovias.

2.1 Fatores a serem considerados para o levantamento do local da ocorrência

De acordo com Araújo, Sena, Jesus, Zancan e Nascimento (2016), no levantamento do local de acidente de trânsito, o perito deverá considerar todos os fatores presentes no local e que influenciaram direta ou indiretamente no evento, como os aspectos legais relacionados às normas de circulação, aspectos relacionados aos objetos envolvidos, velocidade dos veículos envolvidos, condições da via, do meio ambiente, além da condição física das vítimas e demais pessoas envolvidas.

Asseveram os autores retro mencionados (2016) ainda, que as causas determinantes dos acidentes de trânsito dividem-se em mediatas ou circunstanciais e imediatas ou diretas e que as causas concorrentes são as causas em que dois ou mais fatores contribuem simultaneamente para que o evento aconteça.

Definem os autores acima mencionados (2016, p.23) que as “causas mediatas ou circunstanciais são de ordem subjetiva e estão presentes nos eventos onde não há a materialização de vestígios associados à dinâmica do acidente que lhe possam revelar a causa”.

Sendo que também definem (2016, p.24) que as “causas imediatas ou diretas são aquelas em que os vestígios produzidos no acidente auxiliam na revelação da dinâmica do evento em estudo. Podem estar ligadas ao meio, à máquina, a fatores adversos e até ao fator humano, desde que estejam materializadas através dos vestígios”.

Em conformidade com Araújo e Machado (2016) os pontos físicos identificáveis na pista de rolamento ou pontos teóricos que o perito deve ater-se no momento do levantamento ou durante a elaboração do Laudo Pericial são denominados pontos acidentológicos e são primordiais e necessários para aplicação da técnica de análise do acidente com o Fluxograma para identificação da causa determinante.

Silva Marques (2012, p 6) enumera em sua dissertação os principais métodos para definição da velocidade limite que são:

Limites legais de velocidade: São definidos por lei, sendo que esta velocidade, em geral é estabelecida pela classe da via e o tipo dos veículos;

Estudos de engenharia: São estudos técnicos que permitem o estabelecimento de velocidades, iguais ou inferiores aos limites legais de velocidade;

Sistemas especialistas: São programas computacionais, utilizados para definição da velocidade limite, desenvolvidos a partir do conhecimento acumulado de diversos especialistas na área;

Limites de velocidade variável: Neste método a velocidade pode variar de acordo com as condições da superfície da via, condições atmosféricas, situações do tráfego;

Velocidade ótima: São definidos com vistas a minimizar o custo total de transporte para a sociedade;

Programa Vision Zero: Não é um método de definição da velocidade limite, mas tem como objetivo de contribuir com uma visão de que os usuários das vias não devem se expor a situações de violência que não possam ser suportadas pelo corpo humano

Ainda segundo Silva Marques (2012) os dois primeiros métodos são os aplicados no Brasil. Dessa forma, serão aprofundados nos tópicos subsequentes o método de limite legal de velocidade e estudos de engenharia.

Destaca-se que todos os métodos têm como ponto em comum a fixação de limite de velocidade considerada segura para que todos os envolvidos no trânsito possam usufruir do espaço viário de forma harmônica. Portanto, independente do método, o foco sempre será a segurança viária, para que veículos, pedestres e demais usuários tenham convivência harmônica e que as ocorrências senão forem extintas, pelo menos, tenham suas consequências minimizadas.

2.1.1 Limite Legal de Velocidade

A primeira legislação que tratou do limite de velocidade a ser desenvolvido pelos veículos no Brasil é o Decreto número 18.323 de 24 de julho de 1928, no Governo do Presidente Washington Luiz, posteriormente no governo de Getúlio Vargas o Decreto lei 3.651/41, estabelecia no artigo 9º os limites de velocidade.

No governo do Presidente Castelo Branco, foi instituído o Código Nacional de Trânsito, através da Lei 5.108/66 que estabeleceu no artigo 14 que a autoridade de trânsito de acordo com as conveniências do local definiria os limites de velocidade (BRASIL, 1966).

Atualmente no Brasil a velocidade máxima é estabelecida no artigo 61 da lei 9.503/97 do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) que preceitua:

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:

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;
- d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais;

II - nas vias rurais:

a) nas rodovias de pista dupla

1. 110 km/h (cento e dez quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas;

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos;

b) nas rodovias de pista simples

1. 100 km/h (cem quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas;

2. 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos;

c) nas estradas: 60 km/h (sessenta quilômetros por hora).

§ 2º O órgão ou entidade de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas no parágrafo anterior.

Diante disso, o limite legal de velocidade tem importância fundamental no desenvolvimento da atividade de perícia, pois esta definição é imprescindível para apurar a responsabilidade dos envolvidos. Destaca-se que os limites máximos de velocidade podem ser superiores ou inferiores ao

estabelecido legalmente, porém devem ser estabelecidos, através dos estudos de engenharia de trânsito que será abordado no próximo tópico.

2.1.2 Engenharia de Trânsito

Macedo (2017) diz que a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) define velocidade de projeto (ou velocidade diretriz) como a máxima velocidade que um veículo pode manter, em determinado trecho, em condições normais, com segurança.

Ainda segundo cita Macedo (2017, p. 6):

a velocidade de projeto é a velocidade selecionada para fins de projeto da via e que condiciona as principais características da mesma, tais como raios de curvatura, superelevação e distâncias de visibilidade, das quais depende a operação segura e confortável dos veículos. A velocidade de projeto de um determinado trecho de estrada deve ser coerente com a topografia da região e a classe da rodovia.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 38), a “velocidade diretriz ou velocidade de projeto é a maior velocidade com que um trecho viário pode ser percorrido com segurança, quando o veículo estiver submetido apenas às limitações impostas pelas características geométricas”.

Macedo (2010, p. 6) afirma que:

circunstâncias locais poderão exigir a fixação de uma velocidade inferior à velocidade de projeto denominada velocidade de operação. Dessa forma, a velocidade de operação é definida como sendo a mais alta velocidade permitida aos veículos, sem atingir a velocidade de projeto, estabelecida por condições locais.

O Conselho Nacional de Trânsito (2007, p. 47), através do manual brasileiro de sinalização de trânsito, aponta as diretrizes básicas para regulamentação da velocidade máxima permitida para via urbana e via rural, conformes quadros 1 e 2 respectivamente, sendo que para determinação da velocidade máxima a ser regulamentada para a via ou trechos de via, o estudo de engenharia deve:

- a) Identificar a via urbana ou rural e a classificação viária definida no artigo 60 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB;
- b) Avaliar a existência e as condições de deslocamento lateral, do tipo transposição de faixas, movimentos, conversão e retorno;
- c) Avaliar a existência e as condições de estacionamento, parada e acesso;
- d) Verificar a velocidade abaixo da qual trafegam 85% dos veículos (85 percentil);
- e) Avaliar as características e condições do pavimento;
- f) Avaliar a existência e condições dos acostamentos;
- g) Avaliar as condições de alinhamento vertical e horizontal;
- h) Avaliar as condições de segurança em curvas;
- i) Identificar os locais com situação potencial de perigo, tais como: inadequação geométrica, obras na pista, atrito lateral, passagem de nível, travessia de pedestres, área escolar;
- j) Levantar e analisar as estatísticas de ocorrência de acidentes;
- k) Avaliar as condições do trânsito de pedestres e ciclistas ao longo da via;
- l) Avaliar a composição do tráfego considerando a incidência de veículos de grande porte.

O Conselho Nacional de Trânsito (2007) destaca ainda que a velocidade regulamentada para a via deve sempre ter valores múltiplos de 10.

A seguir, apresenta-se o quadro 1 com as diretrizes básicas para regulamentação de velocidade máxima permitida em vias urbanas.

Quadro 1- Diretrizes básicas para regulamentação de velocidade máxima permitida em vias urbanas

Classificação Viária Art. 60 CTB	Indicadores físicos	Nº de faixas de trânsito por sentido	Velocidade máxima permitida (km/h)
Via de Trânsito Rápido	Pista simples com sentido de circulação único ou duplo	2 ou mais	80 ou 90
	Pista dupla		
Via Arterial	Pista simples ou dupla	2 ou mais	60 ou 70
	Pista simples ou dupla	1	50 ou 60
Via Coletora	Pista simples ou dupla	1 ou mais	40 ou 50
Via Local	Pista simples ou dupla	1 ou mais	30 ou 40

Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

No quadro 1 tem-se, então, a especificação da velocidade máxima permitida para vias urbanas levando em consideração apenas a classificação viária, indicadores físicos e número de faixas de trânsito por sentido. Como pode se ver, por exemplo, para que uma via arterial tenha velocidade entre 50 e 60 Km/h a mesma deve possuir pista simples ou dupla com uma faixa de trânsito por sentido.

No quadro 2, a seguir, se considera também, os mesmos fatores estabelecidos para as vias urbanas, como no quadro 1, porém para as vias rurais, apresenta-se a velocidade máxima permitida para autos/motos/caminhonetes e caminhões/ônibus/demais veículos.

O Conselho Nacional de Trânsito (2007, p 47), ainda define através da Nota 1 no quadro 2, que a velocidade máxima permitida em “trechos de vias rurais inseridos em áreas urbanas, cujo características operacionais sejam

semelhantes as áreas urbanas, devem ser definidas através do quadro 2”.

Quadro 2- Diretrizes básicas para regulamentação de velocidade máxima permitida em vias rurais

Classificação Viária Art. 60 CTB	Indicadores físicos	Nº de faixas de trânsito por sentido	Velocidade máxima permitida (km/h)	
			Autos Motos Camionetes	Caminhões Ônibus Demais Veículos
Rodovia	Pista dupla em área rural	2 ou mais	90 a 120	80 ou 90
	Pista dupla em área urbana	2 ou mais	ver nota 1	ver nota 1
	Pista simples com sentido de circulação único em área rural	2 ou mais	100 a 120	80 ou 90
	Pista simples com sentido de circulação único em área urbana	2 ou mais	ver nota 1	ver nota 1
	Pista simples com sentido de circulação duplo em área rural	1 ou mais	80 a 110	70 ou 80
	Pista simples com sentido de circulação duplo em área urbana	1 ou mais	ver nota 1	ver nota 1
Estrada	Pista simples em área rural	1 ou mais	50 a 70	40 a 70
	Pista simples em área urbana	1 ou mais	ver nota 1	ver nota 1

Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

Assevera Silva Marques (2012) que o CONTRAN recomenda a consideração de diferentes aspectos referentes às características físicas e operacionais da via, porém não traz diretrizes de como estes aspectos devem ser efetivamente considerados. Como consequência, a definição dos limites de velocidade similares para vias com características parecidas nem sempre ocorre, comprometendo a compreensão dos usuários.

Diante disso, os estudos de engenharia de trânsito têm extrema importância para estabelecimento das velocidades máximas da via, quando se pretende adotar velocidades diferentes das estabelecidas legalmente. Frisa-se também, a inexistência de aspectos efetivos para aplicação das diretrizes básicas nos estudos de engenharia, assim o perito, quando necessário, terá que recorrer ao órgão executivo rodoviário responsável pela via para ter acesso

aos estudos de engenharia do trecho a ser periciado. Além do que, algumas diretrizes são dinâmicas, o que pode alterar o limite de velocidade com o passar do tempo e modificação de alguns aspectos das diretrizes.

2.2 Sinalização

O Conselho Nacional de trânsito aprovou através da resolução de número 180 de 25 de agosto de 2005 o Volume II – Sinalização Vertical de Regulamentação do Manual Brasileiro de sinalização de trânsito. A placas R-19 (Figura 1) refere-se ao sinal que determina a velocidade máxima regulamentada para a pista ou faixa. Regulamenta o limite máximo de velocidade em que o veículo pode circular na pista ou faixa.

Figura 1- Placa R-19 - Velocidade Máxima Permitida



Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

A validade da velocidade é a partir do ponto onde se encontra a placa R-19 devendo a mesma ser colocada de forma a manter o condutor permanentemente informado e junto aos principais acessos, sendo posicionada a direita da via/pista, perpendicular ao sentido de tráfego. Em via de três ou mais faixas, bem como, quando os estudos de engenharia determinem haverá a colocação de placa no lado esquerdo da via, podendo inclusive ser usada suspensão sobre a pista.

Destaca-se ainda que se as distâncias entre as placas R-19 forem superiores aos estabelecidos no quadro 3 a velocidade regulamentar máxima é a estabelecida no artigo 61 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB(Brasil 1997).

Quadro 3- Distância máxima entre placas R-19

Velocidade Regulamentada	Distâncias Máximas	
	Vias Urbanas (km)	Vias Rurais (km)
Velocidade Inferior ou igual a 80 km/h	1,0	10,0
Velocidade Superior a 80 km/h	2,0	15,0

Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

No quadro 3 tem-se estipuladas as distâncias máximas entre as placas R-19 em vias urbanas e rurais de acordo com a velocidade regulamentada para a via. O Conselho Nacional de Trânsito (2007) ainda especifica que as placas R-19 devem ser posicionadas junto aos principais acessos, para assinalar a velocidade máxima permitida no trecho aos usuários que ingressam na pista.

2.2.1 Sinalização da redução da velocidade regulamentar

De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007, p. 51), através do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito:

a redução do valor da velocidade regulamentada para um trecho, em relação ao trecho imediatamente anterior, deve ser feita com base em estudos de engenharia que levem em conta os fatores elencados posteriormente, bem como:
 Tempo de percepção/reação do condutor;
 Distância de frenagem em função da redução, de forma a garantir a segurança;
 Distância de legibilidade da placa.

Para determinação das distâncias entre as placas se adota a metodologia apresentada na Figura 2, sendo estabelecida a seguinte definição e codificação pelo Conselho Nacional de Trânsito (2007):

- a) Velocidade Inicial (V_0) é o valor regulamentado pelo sinal R-19 ou na ausência deste, pelo limite estabelecido no art. 61§ 10 do CTB.
- b) Velocidade final (V_f) é o valor determinado pelos estudos de engenharia para trecho crítico.

- c) Trecho/Ponto Crítico é o segmento onde é necessário praticar velocidade reduzida.
- d) Distância (Dp) é a distância entre a última placa R-19 que regulamenta a velocidade inicial e a final;
- e) Distância de Reserva (Dr) é a distância de segurança a ser adotada pelo técnico, com o objetivo de garantir que o condutor efetivamente transite pelo trecho crítico na nova velocidade regulamentada, conforme tabela (Dr);
- f) Distância de Legibilidade (DL) é a distância entre a placa e o ponto a partir do qual o sinal passa a ser legível para o condutor.
- g)

Figura 2 - Metodologia para a determinação das distâncias entre as placas



Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

O próprio Conselho Nacional de Trânsito (2007) através do Manual de Sinalização de Trânsito estabelece os métodos e fórmulas para definição dos valores. Adotando-se assim para cálculo da Distância de Percepção/Reação e Frenagem (Dp) a seguinte fórmula:

$$Dp = \frac{Vo^2 - Vf^2}{72,3} + Vo \frac{2,5}{3,6}$$

Sendo que Dp refere-se a Distância calculada em metros, Vo a velocidade regulamentada inicial em km/h e Vf a velocidade regulamentada final em km/h.

A tabela 1, apresentada a seguir, considera os seguintes valores:

- a) Tempo de percepção e reação de 2,5 segundos, de forma a permitir que o condutor leia a mensagem e inicie a reação necessária;
- b) Frenagem constante e igual a 2,79 m/s²

Tabela 1- Distância de percepção / reação e de frenagem

$V_o \backslash V_f$	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
120	115	144	170	194	215	233	248	260	270	277	281	283
110		105	132	155	176	194	209	222	231	238	242	244
100			96	119	140	158	173	186	195	202	206	208
90				86	107	125	140	152	162	169	173	175
80					76	94	109	122	132	139	143	144
70						67	82	94	104	111	115	116
60							57	69	79	86	90	91
50								47	57	64	68	69
40									37	44	49	50
30										28	32	33
20											18	19
10												8

Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

Na tabela 1 tem-se a distância de percepção/reação e frenagem, considerando a fórmula acima citada, de acordo com a Velocidade Inicial (V_o) e a velocidade final (V_f) desejada.

Exemplificando: Considerando uma Velocidade Inicial (V_o) de 80 km/h e uma Velocidade Final (V_f) de 60 km/h tem-se, segundo a tabela, a Distância de percepção/reação e frenagem (D_p) de 94 metros. Aplicando na fórmula citada anteriormente tem-se:

$$D_p = \frac{80^2 - 60^2}{72,3} + 80 \frac{2,5}{3,6} = 94,28 \text{ metros}$$

A tabela 1 é utilizada como facilitador para se buscar a Distância de Percepção/Reação e Frenagem (D_p), pois é construída através da utilização da fórmula apresentada.

Salienta-se, ainda, de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007, p. 53) “para greides descendentes, a distância da tabela (D_p) deve ser aumentada em 3% para cada 1% a mais de declividade (válido até 10% de

declividade)”, ou seja, para os casos onde a via não for em nível a cada 1% de declividade será acrescido 3% a distância de percepção/reação e frenagem (Dp). No caso acima se houver uma via com declividade de 2% aumentaríamos a Dp em 6%, ou seja, a Distância de Percepção/Reação e Frenagem (Dp) seria de 94,28 metros mais 6% totalizando 99,94 metros

A Distância de reserva (Dr), também de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007), é obtida através da seguinte fórmula, onde a Dr é mensurada em metros e a Vf em km/h. A distância de reserva mínima corresponde aproximadamente a 65% da Dr.

$$Dr = \frac{Vf \cdot 3,6}{3,6} + 10$$

Sendo que a Distância de reserva(Dr) é mensurada em metros e a Velocidade regulamentada final (Vf) em quilômetros por hora.

Exemplificando: Utilizando os mesmos parâmetros do exemplo anterior, ou seja, considerando a Velocidade Final (Vf) de 60 Km/h tem-se os seguintes cálculos:

$$Dr = \frac{60 \cdot 3,6}{3,6} + 10 = 70 \text{ metros}$$

Sendo que a distância de reserva (Dr) mínima é 65% da Dr, ou seja, 45,5 metros.

A Distância de Legibilidade (DL) é dada em função da altura do algarismo utilizado, diretamente relacionada com o diâmetro da placa, conforme tabela 2, de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007).

Na tabela 2 apresenta-se a Distância de Legibilidade (DL) levando em consideração o diâmetro da placa, desta forma pode-se determinar a partir de que ponto o usuário terá condições de ler a placa de sinalização R-19.

Tabela 2- Distância de legibilidade

Diâmetro da placa ϕ (m)	Distância de legibilidade D_L (m)
1,20	200
1,00	160
0,75	120
0,50	80

Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2007)

Tem-se na Tabela 2 a distância de legibilidade levando em consideração o Diâmetro da placa R-19, ou seja, considerando a diâmetro da placa R-19 de 1,20 metros, a distância de legibilidade terá que ser de 200 metros, a fim de que o condutor possa ver/ler a informação da placa e ter o tempo de reação e percepção necessários para estar na velocidade indicada no ponto de localização da placa.

Ainda tem-se as seguintes orientações de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007) no Manual de Sinalização Trânsito: a Distância de Percepção/Reação e Frenagem deve ser menor ou igual a Distância de Legibilidade, caso contrário devem ser adotadas placas de regulamentação com diâmetro maior ou utilizadas placas de regulamentação de velocidades intermediárias.

Ainda de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (2007, p. 55) no caso de utilização de placas de velocidades intermediárias adotar:

- Para velocidades acima de 100 km/h, as velocidades indicadas pelas placas intermediárias **devem** ter uma diferença máxima de 20 km/h entre si e em relação à velocidade inicial (V_0);
- Para velocidades entre 60 e 100 km/h os intervalos de velocidade **devem** ser de 20 ou 30 km/h.
- Para velocidades abaixo de 60 km/h, pode ser dispensado o uso de placas com velocidades intermediárias,
- g) Sempre que a redução de velocidade for superior a 30 km/h e a distância obtida na tabela (D_p), for maior que 100 metros, **deve-se** utilizar placas de regulamentação com valores intermediários de redução de velocidade, mesmo que esteja garantida a distância de legibilidade calculada na tabela (D_L);

Todo o recorrido até a presente etapa, busca fornecer subsidio ao Perito

PRF para estabelecer e verificar a correta aplicação da velocidade regulamentar da via e a respectiva sinalização. Talvez, estas informações levem a interpretação diferenciada de Laudos Periciais, principalmente sobre os responsáveis e causadores dos acidentes.

3 RESULTADOS E ANÁLISE

O principal objetivo do presente trabalho é que o perito Policial Rodoviário Federal possa identificar os principais parâmetros de definição de velocidade e a correta aplicação da sinalização, bem como, analisar e apontar as causas dos acidentes que envolvam a velocidade do local e a imprimida pelos envolvidos.

Assim sendo, de acordo com as páginas 1 e 2 do Laudo Pericial pode-se verificar as principais características da rodovia:

- a) Trata-se de uma rodovia federal, no Km 43 da BR 282, conforme fotografia 4;
- b) Traçado da rodovia em reta, com pista simples em nível com duplo sentido de circulação, fotografias 1 e 2;
- c) Uma faixa de trânsito para cada sentido de circulação com demarcação por linhas horizontais de divisão de fluxo amarela contínua no sentido decrescente e tracejada no sentido crescente no eixo longitudinal, fotografias 1 e 2;
- d) Acostamento no mesmo nível da pista de rolamento, com pavimento asfáltico com marcação nas bordas por linha contínua branca, fotografia 1 e 2;
- e) O terreno marginal era composto de pavimento do tipo asfalto e por vegetação rasteira em ambos os sentidos, fotografia 1 e 2;
- f) Os trechos imediatamente anteriores assemelham-se ao local do evento, fotografias 1 e 2;
- g) A velocidade regulamentar para o local era de 40 km/h, conforme placa R-19 localizada a 18,00 (dezoito) metros do sítio da colisão no sentido decrescente Águas Mornas/SC, conforme Fotografia 3.

Importante também, se destacar os seguintes vestígios encontrados no local da ocorrência, conforme páginas 7 e 8 do Laudo Pericial:

- a) Bloco de granito sobre a pista de rolamento sentido Águas Mornas/SC, medindo 90 cm de altura, 49 cm de largura e 127 cm de comprimento, com área de 0,56 cm³ e com peso de aproximadamente 1.483 kg (conforme cálculo de cubagem para granito);

b) Marca de frenagem, na pista de rolamento sentido a Águas Mornas/SC, em direção paralela em relação ao eixo longitudinal da pista

Destacou-se inicialmente as principais características da via, bem como, os principais vestígios encontrados no laudo ligados a definição ou que podem servir de embasamento para definição da velocidade regulamentar da via. Servindo para aprofundarmos a análise técnica do laudo pericial.

3.1 Velocidade

Como o laudo pericial foi realizado em um ambiente controlado e simulado será apontado aqui as possibilidades de análise da velocidade para o local.

a) Se não existisse, nenhum tipo de sinalização no local e não fosse encontrada placa R-19 nas distâncias estabelecidas no Quadro 3 – Distância Máxima entre placas R-19, presente na Fundamentação Teórica, a velocidade seria estabelecida de acordo com o Artigo 61 do Código Trânsito Brasileiro para este local seria de: 1) 100 km/h (cem quilômetros por hora) para automóveis, camionetas e motocicletas; 2) 90 km/h (noventa quilômetros por hora) para os demais veículos;

b) Analisando as características técnicas da rodovia apresentadas no laudo pericial, porém sem possuir os parâmetros dinâmicos e locais, pode-se definir pelo Quadro 2 – Diretrizes básicas para regulamentação da velocidade máxima permitida em vias rurais, presente da Fundamentação Teórica, que define a velocidade máxima para Automóveis/Motos/Camionetes entre 80 a 100 km/h e Caminhões/Onibus/Demais veículos como sendo 70 ou 80 km/h.

c) Verifica-se no local a placa R-19 limitando a 40 Km/h a velocidade máxima no local, porém as características apresentadas no local e nos trechos anteriores e posteriores, conforme descrições no laudo pericial não mostram qualquer ponto crítico próximo, a não ser a faixa contínua no sentido decrescente, que indica a proibição de ultrapassagem no local, o que pode ser a indicação de um ponto crítico a frente.

Voltando a frisar, que como é um ambiente controlado e simulado as condições locais dinâmicas não foram apresentadas, o que pode ser

determinante para estabelecer esta velocidade de operação para o local.

Assim, observa-se a necessidade do Perito estar atento as características anteriores e posteriores da rodovia em relação ao local da ocorrência, para que, a velocidade indicada no local não esteja erroneamente disposta, pois a definição ocorre com parâmetros diversos que não levam em consideração apenas o local da ocorrência.

3.2 Sinalização

Levando em consideração o diâmetro das placas R-19 no local de 0,75 metros, que a velocidade de operação apontada de 40 km/h no local esteja de acordo com os estudos de engenharia em um ponto crítico no local da ocorrência e que a velocidade máxima da rodovia seja de 80 km/h também esteja de acordo com a velocidade do projeto, na figura 3 apresentou-se a correta posição das placas de sinalização R-19 para a rodovia.

a) A Distância de Reserva (D_r) deverá estar entre 50 e 32,5 metros, conforme os cálculos:

$$D_r = \frac{40 \cdot 3,6}{3,6} + 10 = 50 \text{ metros}$$

$$D_r \text{ min} = D_r \cdot 65\% = 32,5 \text{ metros}$$

b) A Distância de Percepção/Reação e Frenagem (D_p) deve ser de 122 metros, conforme Tabela 1 - Distância de Percepção/Reação e Frenagem ou pelo seguinte cálculo:

$$D_p = \frac{80^2 - 40^2}{72,3} + 80 \frac{2,5}{3,6} = 122 \text{ metros}$$

c) A Distância de Legibilidade (D_L) para placas R-19 com diâmetro de 0,75 metros é de 120 metros, conforme Tabela 2 - Distância de Legibilidade (D_L).

d) Em virtude de termos a Distância de Percepção/Reação e Frenagem (D_p) ser maior que a Distância de Legibilidade (D_L), é necessário a adoção de placas R-19 intermediárias entre a velocidade inicial e final

estipuladas.

e) Assim devemos realizar os cálculos ou buscar nas tabela 1 e 2 os valores referentes as Distância de Percepção/reação e frenagem (DR) e a Distância de Legibilidade (DL) para cada trecho de redução da velocidade para apontar a distância entre as placas R-19.

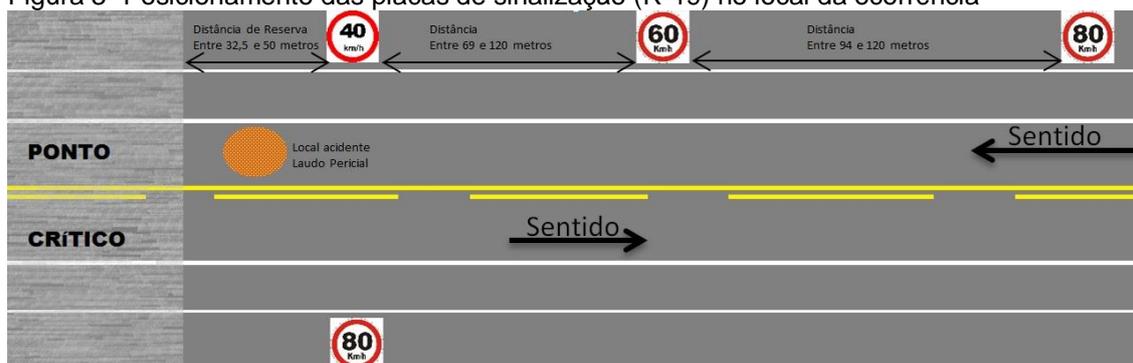
Tabela 3: Medidas para posicionamento adequado das R-19 no local da ocorrência

Velocidades (Km/h)		Tabelas/Cálculos (m)		Distâncias (m)	
Vo	Vf	D _L	D _p	Minima	Maxima
80	60	120	94	94	120
60	40	120	69	69	120

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Desta forma no trecho onde a velocidade será reduzida de 80 km/h para 60 km/h deve ser adotada para posicionamento das placas R-19 a distância entre 94 e 120 metros, bem como, no trecho onde a velocidade será reduzida de 60 km/h para 40 km/h deverá ser adotada uma distância mínima de 69 metros e máxima de 120 metros entre as respectivas placas R-19.

Figura 3- Posicionamento das placas de sinalização (R-19) no local da ocorrência



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A figura 3 mostra como deveriam estar posicionadas as placas definidoras do limite de velocidade no local da ocorrência descrito no laudo pericial constante no apêndice A, sendo assim, apresenta-se a seguir as informações contidas na figura 3, a fim de esclarecer o devido posicionamento das placas R-19.

a) A placa R-19 de 40 km/h deveria estar a distância de reserva mínima de 32,5 metros e máxima de 50 metros do ponto crítico;

b) A placa R-19 de 60 km/h deveria estar há uma distância mínima

de 69 metros, correspondente a Distância de percepção/reação (DR) e frenagem, e uma distância máxima correspondente a Distância de Legibilidade que seria de 120 metros da placa R-19 de 40 km/h;

c) A distância máxima que a placa R-19 de 80 km/h deveria estar da placa R-19 de 60 km/h corresponde a Distância de legibilidade que é de 120 metros, sendo a distância mínima de 94 metros correspondente a Distância de percepção/reação e frenagem.

Destaca-se que por ser uma simulação se tem apenas o posicionamento da placa R-19 definindo a velocidade de 40 km/h para o local. Desta forma projeta-se pela figura 3 o ideal posicionamento das placas de sinalização para o trecho constante no laudo pericial, ou seja, especifica-se segundo os valores encontrados nas tabelas 1 e 2 ou apontados nos cálculos, qual a distância que deveriam estar o ponto crítico e as placas R-19 de 80 km/h e 60 km/h, com base no posicionamento da placa R-19 de 40 km/h no laudo pericial.

3.3 Causas

O laudo pericial chega à conclusão que foram três as causas do acidente, sendo uma delas a determinante e duas as concorrentes. Esclarecendo que a causa determinante para o acontecimento do acidente foi a presença do bloco de granito sobre a faixa de rolamento no sentido descrente no Km 43 da BR 282, tendo como causas concorrente a falta de adaptação do pedal do câmbio e a velocidade excessiva do veículo envolvido no acidente de trânsito.

Observa-se que no momento do acidente de acordo com os cálculos realizados com base nos vestígios encontrados no local da ocorrência o condutor trafegava com velocidade entre 13,15 e 15,27 km/h superior ao permitido para o local.

Por ser uma simulação, não é possível avaliar corretamente se a velocidade estava adequada diante dos parâmetros analisados e não temos como verificar a existências de todos os fatores necessários para estipular a velocidade máxima no local e, tão pouco se pode verificar se a sinalização estava de acordo com o acima especificado.

Ressalta-se que, conforme a figura 3 demonstra-se o correto

posicionamento das placas R-19 que definem a velocidade baseada na placa de 40 km/h que é apresentada no laudo pericial. Mostrou-se ainda que o local do acidente ocorreu na Distância de Reserva (DR). Assim afirma-se que se alguma placa estivesse fora deste padrão o excesso de velocidade não seria mais considerado causa direta concorrente, mas sim a sinalização no local englobaria o rol de causas concorrentes no laudo pericial.

Esta é a grande preocupação com a busca dos parâmetros para definição da velocidade máxima e a sua correta sinalização, uma vez, que o perito deve poder verificar se estas obedecem aos critérios da legislação ou da autoridade de trânsito e executiva rodoviária da via. A busca pelos estudos técnicos de engenharia para se dimensionar a velocidade de operação em locais diferenciados (pontos críticos) estabelecendo velocidades inferiores a velocidade do projeto deve ser sempre analisada pelo Perito, pois uma velocidade diferente, ou mesmo, a colocação da sinalização inadequada pode leva-lo a apontar causadores errôneos nos laudos periciais.

Assim a velocidade imprimida nos veículos por seus condutores nos acidentes do trânsito, pode deixar de serem consideradas causa concorrente do acidente e a causa ser sim de responsabilidade dos órgãos e entidades incumbidos da definição e sinalização da velocidade máxima da rodovia no local da ocorrência.

4 CONCLUSÕES

A elaboração do presente Relatório Técnico-Científico, teve como principal objetivo apontar os principais parâmetros para definição da velocidade máxima da rodovia, bem como, a sua respectiva sinalização, visando direcionar o Perito Policial quanto as considerações a serem realizadas sobre a velocidade regulamentar no atendimento dos acidentes de trânsito, como também, apontar sugestões de melhorias para redução no número de ocorrências na rodovia.

As exigências, cada vez maiores da sociedade, tornam as mudanças nas organizações e instituições inevitáveis e a busca por alternativas para melhorar o atendimento na prestação de serviços é imprescindível para as organizações que desejam induzir a melhoria no serviço público, principalmente aquelas relacionadas a Segurança Pública no país.

Neste sentido, considerou-se nesse trabalho que o Policial Rodoviário Federal, exercendo a atividade de perícia, deve ter o conhecimento dos parâmetros utilizados para definição da velocidade máxima da rodovia, uma vez que, grande parcela dos acidentes de trânsito, principalmente os de grande proporção e com elevada gravidade tem relação com a velocidade desenvolvida pelos veículos.

Identificou-se de que forma a velocidade máxima é estabelecida pela legislação brasileira e os parâmetros que devem ser considerados nos estudos de engenharia para definição da velocidade máxima da via, porém o estabelecimento de critérios, métodos, coeficientes, peso destes parâmetros são definidos pelo órgão executivo rodoviário ou, conforme o caso, pelo responsável técnico pela elaboração do estudo. Esta falta de padronização da dimensão a ser considerado por parâmetro é um fator complicador para estabelecimento e verificação da velocidade estabelecida para a via ou velocidade de operação para determinados trechos da via.

A sinalização é outro fator investigado no presente trabalho, não a sinalização para a fiscalização de trânsito da velocidade, mas sim a sinalização para a correta adequação das placas orientando a redução da velocidade máxima para pontos críticos, ou seja, os pontos onde há a necessidade da

diminuição da velocidade de operação onde a sinistralidade e características locais necessitem desta intervenção.

Salienta-se também a importância do conhecimento da correta aplicação das placas R-19 para que o policial rodoviário federal, na atividade de perícia, possa identificar as possíveis falhas e assim comprovar as possíveis causas.

Frente ao trabalho desenvolvido, sugere-se a continuidade deste estudo com os seguintes temas: 1) Parâmetros adotados pelos órgãos executivos rodoviários da união, especificamente o Departamento Nacional Infraestrutura Viária e Transporte - DNIT, em rodovias mantidas pela união, e Agência Nacional de Transporte Terrestres – ANTT, em rodovias concedidas a iniciativa privada; 2) Dimensionar a participação de cada parâmetro e seu peso na definição da velocidade máxima da rodovia, já que tais estudos contribuiriam ainda mais para que o Policial Rodoviário Federal ampliasse seu conhecimento sobre a questão técnica da definição da velocidade, prestando assim um serviço de melhor qualidade principalmente na elaboração dos laudos periciais.

Acredita-se que este trabalho reforce a importância do trabalho preventivo realizado pelo Policial Rodoviário Federal, fundamental para a prestação de serviços a sociedade e o fortalecimento institucional. As ações do perito policial rodoviário federal não devem ser apenas repressivas, atuando apenas quando das ocorrências, mas sim, ter uma atuação pautada na proatividade, buscando sempre se antecipar às ocorrências. Assim o conhecimento prévio dos parâmetros para definição da velocidade, bem como, da respectiva sinalização desta em pontos críticos, torna o policial rodoviário federal apto a mostrar, sugerir, apontar correções tanto na definição da velocidade de algum ponto, bem como, na aplicação da sinalização.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Adriano Xavier; MACHADO, Wagner Ribeiro. **Física aplicada à acidentes de trânsito**: módulo II. Florianópolis: Publicações do IFSC, 2016.

ARAÚJO, Adriano Xavier; SENA, André de Vasconcelos; JESUS, Gabriel Melo de; ZANCAN, João Mauricio; NASCIMENTO, Valdeci Alves do. **Levantamento de local de acidente de trânsito**: módulo I. Florianópolis: Publicações do IFSC, 2016.

BRASIL, **Lei n. 5108, de 21 de setembro de 1966**. Institui o Código Nacional de Trânsito. D.O. DE 22/09/1966; 14/03/67; RET. 25/1/1971. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/1950-1969/L5108.htm> Acesso em 03 mar 2017.

BRASIL, **Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da República do Brasil. Brasília, DF, 24 set. 1997. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm>. Acesso em: 04 dez. 2016.

Conselho Nacional de Trânsito. (CONTRAN). **Manual brasileiro de sinalização de trânsito**: sinalização vertical de regulamentação. 2ª edição – Brasília : Contran, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva - Rio de Janeiro, 2010.

MACEDO, Edivaldo Lins. **Noções de topografia para projetos rodoviários**. Disponível em: <<http://www.topografiageral.com/Curso/capitulo%2001.php>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANADA DA SAÚDE. **Gestão de velocidade**: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área. Brasília, D.F.: OPAS, 2012.

SILVA MARQUES, Érica Cristina. **Fatores a serem considerados para a definição da velocidade limite em rodovias brasileiras** (Dissertação). Distrito Federal, 2012.

APÊNDICE A – LAUDO PERICIAL**PERÍCIA PRF**

LAUDO PERICIAL DE
ACIDENTE DE TRÂNSITO

Laudo Pericial PRF nº: 000001	Emissão: 04/11/2016	Acidente ocorrido em: 14/10/2016
----------------------------------	------------------------	-------------------------------------



LAUDO PERICIAL DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

Nº 00000001

PERÍCIA PRF

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA

MINISTRO DA JUSTIÇA

Alexandre de Moraes

DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL

DIRETORA-GERAL

Maria Alice Nascimento Sousa

Coordenador-Geral de Operações

Ciro Vieira Ferreira

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE POLÍCIA RODOVIÁRIA
FEDERAL EM SANTA CATARINA**

SUPERINTENDENTE REGIONAL

Fabricio Colombo

PERITO PRF RESPONSÁVEL:

Paulo Sérgio Machado

Policial Rodoviário Federal - Autor

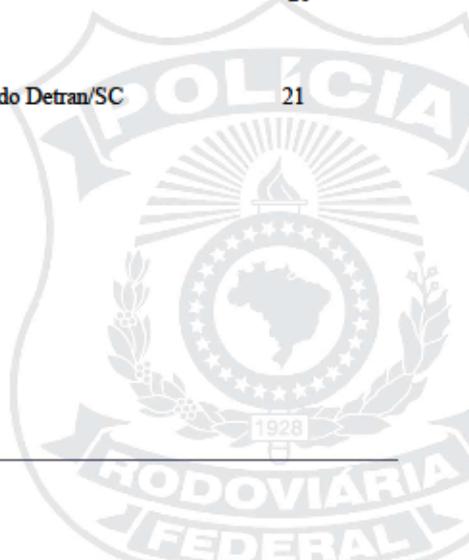
Matrícula: 1069723

Laudo Pericial de Acidente de Trânsito Nº: 83261347



**SUMÁRIO**

1	EMBASAMENTO LEGAL	03
2	HISTÓRICO DO ACIDENTE	03
3	DO LOCAL	04
3.1	Da via	04
3.2	Dos vestígios encontrados no local	06
4	DO VEÍCULO	09
5	DA VITÍMA	10
6	ESTUDO DA DINÂMICA DO ACIDENTE	13
6.1	Dos cálculos físicos	15
7	CONCLUSÕES	16
8	ENCERRAMENTO	17
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
	APÊNDICE	
	Apêndice A – Croqui do local do acidente	19
	Apêndice B – Tabela de amarrações e medidas	20
	ANEXO	
	Anexo A – Consulta dos dados do veículo no sistema do Detran/SC	21





1 EMBASAMENTO LEGAL

Perícia realizada de Ofício em cumprimento aos ditames do Decreto Presidencial nº 1655/95, da Lei 9.503/97 (Código de Trânsito Brasileiro), da Portaria nº 1375/2007 do Ministério da Justiça e do Manual de Procedimentos Operacionais – Levantamento Técnico ou Perícia em Acidentes de Trânsito (MPO 057/CGO/PRF).

2 HISTÓRICO DO ACIDENTE

No dia 14/10/2016, às 09h15, após informação de acidente (simulado) com vítima fatal no Km 43 da BR 282, repassada pela equipe da PRF responsável pelo trecho, foi acionado o policial, que subscreve abaixo, para realizar o exame pericial de acidente de trânsito. Segundo informação da equipe comunicante, o evento teria ocorrido às 09h.

Por volta das 09h25, na ocasião da chegada da equipe de perícia da PRF, incumbida da realização do levantamento de vestígios e confecção do laudo pericial, constatou-se uma cena preservada. As duas faixas de rolamento encontravam-se interditadas pela equipe PRF responsável pelo policiamento no trecho. A interdição da via durou cerca de 45 minutos, que foi o tempo necessário para a equipe de perícia realizar o levantamento do local.

O serviço de levantamento pericial não teve prejuízo para coleta das informações necessárias para confecção do presente laudo pericial e a remoção do veículo, retirada do corpo vitimado e bloco de granito sobre a via ficaram sob coordenação da equipe da PRF de serviço do trecho.

O acidente foi do tipo Colisão com Objeto Estático, pois ocorreu a colisão com bloco de granito sobre a rodovia, envolvendo uma motocicleta JTA/SUZUKI EN125 YES (V1), placa MFH-5782 de Florianópolis/SC, cor azul e que vitimou de morte o condutor identificado como Tizil do Ceará, nascido em 20/10/1956.



3 DO LOCAL

3.1 Da via

Trata-se de um trecho de rodovia federal, precisamente o Km 43 da BR 282, com traçado em reta, situado no município de Rancho Queimado/SC, dotado de pista simples em nível, com duplo sentido de circulação, medindo 7,00 metros de largura, com pavimento do tipo asfalto, em bom estado de conservação, composta por uma faixa de trânsito para cada sentido de circulação. A via apresentava demarcação por linhas horizontais de divisão de fluxos amarela contínua no sentido (decrecente) a Águas Mornas/SC e tracejada sentido (crescente) a Rancho Queimado/SC no eixo longitudinal e marcação nas bordas por linha contínua branca. Foram visualizados acostamentos no mesmo nível da pista de rolamento, em ambos os sentidos, medindo 3,80 metros de largura, com pavimento do tipo asfalto, em bom estado de conservação. (Fotografias 1 e 2)



Fotografia 1 – Visão panorâmica do local do evento sentido crescente (Águas Mornas/SC para Rancho Queimado/SC)

O terreno marginal era composto de pavimento do tipo asfalto e por vegetação rasteira em ambos os sentidos.



A pista encontrava-se seca, com indícios de que essa era a condição no momento do evento. As condições meteorológicas eram boas, caracterizada por céu coberto de nuvens (nublado).

Os trechos imediatamente anteriores assemelham-se ao local do evento.



Fotografia 2 – Visão panorâmica do local do evento sentido decrescente (Rancho Queimado/SC para Águas Mornas/SC)

No sentido (decrecente) Águas Mornas/SC foi observado a presença de sinalização vertical, placa R-19, regulamentando em 40 km/h, a velocidade máxima para o local, localizada a 18,00 metros do sitio de colisão e da placa de identificação da rodovia e quilometragem a 11,50 metros do sitio de colisão. (Fotografias 3 e 4)



Fotografia 3 – Placa R-19 (velocidade máxima regulamentar)

Fotografia 4 – Placa identificação da rodovia e quilometro

3.2 Dos vestígios encontrados no local

Foram encontrados os seguintes vestígios, objetos de avaliação:

- Bloco de granito sobre a pista de rolamento sentido Águas Mornas/SC, medindo 90 cm de altura, 49 cm de largura e 127 cm de comprimento, com área de 0,56 m² e com peso de aproximadamente 1.483 kg (conforme cálculo de cubagem para granito); (Fotografia 5)
- Marca da colisão do V1 no bloco de granito, sitio da colisão; (Fotografia 6)



Fotografia 5 – Bloco de granito



Fotografia 6 – Local da Colisão



PERÍCIA PRF

- Veículo JTA/SUZUKI EN125 YES (V1), placa MFH-5782/SC, cor azul imobilizado na pista de rolamento sentido Águas Mornas/SC com sua frente voltada para este sentido, sendo que o lado esquerdo voltado para a via; (Fotografia 7)



Fotografia 7 – Posição final do Veículo (V1)

- Corpo de uma pessoa do sexo masculino encontrado em decúbito ventral sobre a pista de rolamento sentido Águas Mornas/SC, trajando calça legging preta, blusa de alça rosa e botas pretas. Uma das botas saiu do pé do condutor;
- Fluidos corporais, sangue do lado esquerdo do corpo;
- Capacete na cor preta, na pista de rolamento sentido a Águas Mornas/SC que se desprende da cabeça do condutor;
- Marca de frenagem, na pista de rolamento sentido a Águas Mornas/SC, em direção paralela em relação ao eixo longitudinal da pista; (Fotografia 8)
- Outras marcas de frenagem e marcações na pista não referente a este evento.



Fotografia 7 – Marca de frenagem do V1





4 DO VEÍCULO

O veículo 1 (V1) é uma motocicleta JTA/SUZUKI EN125 YES (V1), placa MFH-5782 de Florianópolis/SC, cor azul, ano fabricação e modelo 2005, chassi nº 9CDNF41LJ5M005099.

Examinado o mesmo, foi constatada a existência de avarias de média intensidade (escala: leve, média, grave e gravíssima) características de contato com corpo rígido. Os danos tem orientação longitudinal da frente pra traseira, atingindo os seguinte componentes: para lama dianteiro, farol, sistema de suspensão dianteiro. (Fotografia 8)



Fotografia 8— Danos V1 (para lama, farol, sistema de suspensão dianteiro)



A distância entre os eixos apresentou 127 cm. O mau estado de conservação no V1 também se destaca, em virtude de várias partes estarem enferrujadas.

(Fotografia 9)

Os pneumáticos encontravam-se em boas condições de uso. As marcas de travamento das rodas dianteiras e traseira ficaram evidentes nos pneumáticos devido a frenagem. (Fotografia 10)



Fotografia 9 – Ferrugem



Fotografia 10 – Marcas nos pneumáticos: travamento na frenagem

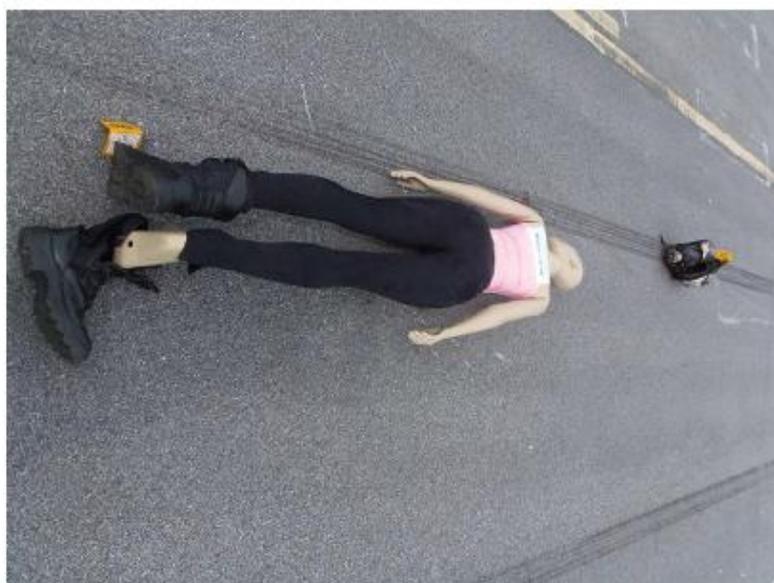
5 DA VITIMA

O evento em estudo resultou em uma vítima, que é o condutor do V1, motocicleta JTA/SUZUKI EN125 YES (V1), placa MFH-5782 de Florianópolis/SC, cor azul, ano fabricação e modelo 2005, chassi nº 9CDNF41LJ5M005099, que teve a morte como consequência das lesões.

O condutor da motocicleta foi identificado como Tizil do Ceará, CPF 20137244556, Identidade 78456 SSP/CE, filho de Zeca Urubú do Ceará e Pombinha do Ceará, nascido em 20/10/1956. A categoria da Carteira Nacional de Habilitação do condutor é A(Condutor de veículo motorizado de duas ou três rodas, com ou sem carro lateral) B(Condutor de veículos, cujo peso bruto total não exceda a três mil e quinhentos quilogramas ou cuja lotação não exceda a 08 (oito) lugares, excluído o do motorista; contemplando a combinação de unidade acoplada reboque, desde que a soma dos dois não ultrapasse 3500 KG), possuindo as restrições A (Obrigatório o uso de lentes



Fotografia 13 – Posição de repouso da vítima



Fotografia 14 – Capacete e bota desprendidos do corpo.



Fotografia 15 – Vista lateral da posição de repouso do VI, bloco de granito, condutor e capacete

6 ESTUDO DA DINÂMICA DO ACIDENTE

Trata-se o presente caso de um acidente automobilístico, na modalidade colisão com objeto estático, sendo envolvidos 01 (um) veículo e 01(uma) vítima fatal. Ressaltasse ainda um bloco de granito sobre a rodovia que se tornou um obstáculo. Não existem vestígios no local, sobre a forma que este bloco de granito foi ali se instalar.

Registre-se que não foram encontradas irregularidades no pavimento para contribuir com o acidente. As condições da sinalização vertical da via foram analisadas e apresentaram-se satisfatórias, existindo no local, sentido decrescente a placa R-19 (Fotografia3) indicando para aquele trecho a velocidade máxima de 40 km/h.

A visibilidade dos condutores que por ali trafegam é ampla em ambos os sentidos, por se tratar de uma tangente em nível. A sinalização horizontal de divisão de fluxos é faixa amarela e continua no sentido decrescente (Proibida a ultrapassagem) e seccionada no sentido crescente (Ultrapassagem permitida).

Verificou-se as restrições A e M na Carteira Nacional de Habilitação (Fotografia 11). Estas restrições de acordo com o Anexo II da Resolução 511/2014,



significam respectivamente, obrigatório o uso de lentes corretivas e obrigatório o uso de motocicleta com pedal de câmbio adaptado.

Não tivemos como comprovar que o condutor usava lentes corretivas de contato, porém no local não encontramos qualquer vestígio dos óculos. Não havia na motocicleta qualquer adaptação do pedal de câmbio.

Ressaltamos ainda, que o capacete se desprende da cabeça do condutor no momento do acidente. (Fotografia 14)

Baseando-se no estudo e interpretação das evidências e no registro fotográfico, reconstitui-se e descreve-se o acidente da seguinte forma:

- Um Bloco de granito, com 0,56 m³ encontrava-se em repouso sobre a faixa de rolamento sentido Águas Mornas/SC (sentido decrescente); (Fotografia 2)
- O veículo V1, motocicleta, seguia sentido decrescente (Rancho Queimado - Águas Mornas/SC) em direção onde estava repousado o bloco de granito;
- Observando os 13,10 metros de marca de frenagem deixadas pelo V1 (Fotografia 7) podemos afirmar que houve acionamento dos dois freios e que as duas rodas travaram de acordo com marcas nos pneus; (fotografia 10)
- A ação de acionamento dos freios não foi suficiente para evitar a colisão da parte frontal da motocicleta (Fotografia 8) com a face anterior do bloco de granito (sentido decrescente) produzindo uma marca de pneu no bloco; (Fotografias 5 e 6)
- Com a colisão, o condutor foi arremessado por cima do bloco de concreto caindo sobre o asfalto com a parte anterior do corpo a uma distância de 4,31 metros do banco da motocicleta quando em repouso (fotografia 15);
- No momento da colisão e arremesso do condutor, o capacete se desprende de sua cabeça, sendo projetado a frente da posição de repouso do condutor, razão pela qual a gravidade da lesão no crânio foi de grande intensidade;



- A motocicleta, em razão da colisão, tombou para a esquerda sobre a pista de rolamento, vindo a recuar em virtude da força de reação vinda do bloco de granito (fotos 7, 8, 10 e 15);

6.1 Dos cálculos físicos

Considerando que já temos clareza sobre a sequência, dinâmica do evento e que o bloco de granito não se movimento com a colisão do V1, necessitamos saber a que velocidade V1 transitava a fim de apurar e corroborar com o estudo da causa ou das causas do acidente.

Adotamos o método de cálculo de velocidade baseado na velocidade de lançamento do motociclista (condutor de V1), pelo método de Searle (ARAÚJO; MACHADO, 2016, p. 29).

1º Passo: Calcular a velocidade mínima e máxima de lançamento do condutor.

Por Searle (2016), temos: $V_{min} = \sqrt{\frac{2 \cdot \mu \cdot g \cdot d}{1 + \mu^2}}$ e $V_{max} = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot d}$

- d = distância de projeção do condutor da motocicleta (4,31 metros);
- μ = coeficiente de atrito do condutor com o asfalto que, segundo Searle, é 0,66 (2016, p. 29);
- g = aceleração da gravidade que, por padrão é 9,81 m/s.

$$V_{lançmin} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,66 \cdot 9,81 \cdot 4,31}{1 + 0,66^2}} \quad V_{lançmax} = \sqrt{2 \cdot 0,66 \cdot 9,81 \cdot 4,31}$$

$$V_{lançmin} = 22,45 \text{ km/h} \quad V_{lançmax} = 26,89 \text{ km/h}$$

2º Passo: Calcular a velocidade de frenagem da motocicleta

Para isso, usamos a mesma fórmula do cálculo de velocidade máxima, sendo que:

- d = distância de frenagem (13,10 metros);
- μ = coeficiente de atrito asfalto/pneu informado pelos instrutores, é 0,70;



- ♦ g = aceleração da gravidade que, por padrão é 9,81 m/s.

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

$$V_{frenagem} = \sqrt{20,70,9,81,13,10}$$

$$V_{frenagem} = 48,29 \text{ km/h}$$

3º Passo: Calcular a velocidade total da motocicleta.

Para esse cálculo faremos a soma das velocidades quadráticas, calculando a velocidade máxima e mínima com as seguintes fórmulas:

$$V_{total\min} = \sqrt{(V_{lançmin})^2 + (V_{frenagem})^2} \text{ e}$$

$$V_{totalmax} = \sqrt{(V_{lançmax})^2 + (V_{frenagem})^2}$$

$$V_{total\min} = \sqrt{(22,45)^2 + (48,29)^2} \quad \text{e} \quad V_{totalmax} = \sqrt{(26,89)^2 + (48,29)^2}$$

$$V_{total\min} = 53,25 \text{ km/h} \quad \text{e} \quad V_{totalmax} = 55,27 \text{ km/h}$$

Com base nos cálculos acima, podemos afirmar que a motocicleta transitava em velocidade não inferior a 53,25 km/h e nem superior a 55,27 km/h, ou seja, uma velocidade superior à velocidade regulamentada para aquele trecho da rodovia que, segundo a placa R-19 instalada na via (fotografia 3), é de 40 km/h.

7 CONCLUSÕES

Ante ao exposto e considerando todos os dados apresentados e analisados, conclui-se que a causa determinante para o acontecimento do acidente deveu-se ao bloco de granito que se encontrava sobre a faixa de rolamento do sentido decrescente (Rancho Queimado/SC – Águas Mornas/SC) no Km 43 da BR-282.

Embora seja causa direta do acontecimento macro, o acidente, o bloco de granito sobre a rodovia não apresenta relação direta com o resultado morte do condutor do V1. Relação mais direta com esta consequência foi o desprendimento do capacete da cabeça do condutor, deixando assim, exposta a cabeça em contato direto com o piso asfáltico, causando a amassamento da parte anterior do crânio.



Após vasta análise, ainda, conclui-se que concorreram para o acontecimento os seguintes pontos:

- A velocidade excessiva do V1, que no momento do acidente trafegava a uma velocidade entre 53,25 km/h e 55,27 km/h, conforme cálculos apresentados, em um trecho com velocidade máxima regulamentar (R-19) de 40 km/h;
- A falta de adaptação do pedal de câmbio do V1, exigência da restrição imposta pela Carteira Nacional de Habilitação do condutor.

8 ENCERRAMENTO

Nada mais havendo a relatar, encerra-se o presente laudo, o qual segue em formato PDF (protegido) e devidamente assinado eletronicamente, com 21 (vinte e uma) páginas incluindo 2 (dois) apêndices e 1 (um) anexo.





REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. L. **Manual de perícias em acidentes de trânsito**. Campinas: Millenium, 2015.

ARAÚJO, A. X; MACHADO, W. R. **Especialização Perícias de Acidentes de Trânsito. Física aplicada à perícia de acidentes de trânsito – Módulo II**. Florianópolis: IFSC, 2016.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito – Denatran. **Resoluções do Contran**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: 21 out. 2016.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro. **Produtos e Serviços com Conformidade Avaliada**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/prodcert/produtos/busca.asp>>. Acesso em: 25 out. 2016.

CALCULADORA DE ENGENHARIA. **Granito**. Disponível em: <www.webcalc.com.br/frame.asp?pag=http://www.webcalc.com.br/engenharia/peso_espec.html>. Acesso em: 22 out. 2016.



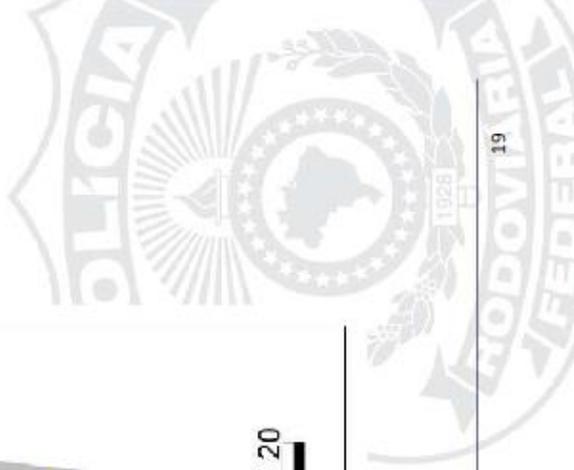
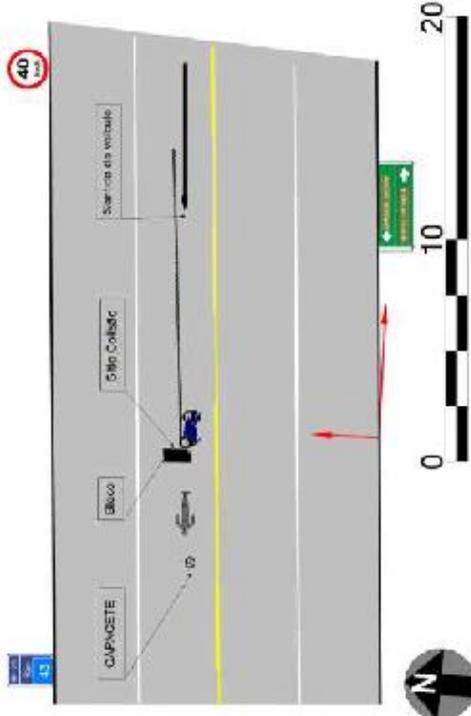


LAUDO PERICIAL DE ACIDENTE DE TRÂNSITO
PERÍCIA PRT

Nº 00266/2017

APÊNDICE APÊNDICE A – Croqui local do acidente

 Polícia Rodoviária Federal Polícia Nacional de Trânsito Rodoviário	Nº do Processo 00266/2017	Nº do Documento 01	Localidade Curitiba	Unidade 100000000	Local do Acidente Avenida João de Deus
	Município Curitiba	Estado PR	Data 10/05/2017	Hora 15:00	Tipo de Acidente Colisão





APÊNDICE B – Tabela de Amarrações e Medidas

TABELA DE AMARRAÇÕES E MEDIDAS				MEDIDAS	
Pontos	AMARRAÇÕES			Descrição	
	X(m)	Y(m)	Z(altura)		
PO	0,000	0,000	0,000	PONTO ORIGEM	Marca de Freagem 13,10m
PN	?	?	?	NORTE MAGNETICO	Lançamento Condutor 4,31m
P1	15,608	15,920	0,968	PONTO fixo – placa R 19	Distância eixo VI 1,27m
P2	14,216	-11,183	0,994	PONTO fixo – placa BR e KM	Altura Bloco Granito 0,90m
P3	0,373	10,430	0,768	PONTO placa localização	Largura Bloco Granito 0,49m
P4	4,560	16,610	0,134	LINHA DE BORDO DECRE	Comprimento Bloco 1,27m
P5	2,981	-12,218	0,204	LINHA DE BORDO DECRE	Largura da Pista de rolamento 7,00m
P6	-0,646	-11,959	0,130	Acostamento crescente	Largura do Acostamento 3,50m
P7	0,929	16,935	0,080	Acostamento crescente	Altura Motocicleta 0,78m
P8	8,247	17,173	0,184	LINHA DIV FLUX	Peso da Vítima 50 Kg
P9	6,553	-12,303	0,258	LINHA DIV FLUX	Peso Bloco de granito 1,483Kg
P10	11,731	17,530	0,196	LINHA DE BORDO CRESC	Área do Bloco de granito 0,56 cm²
P11	10,095	-12,429	0,263	LINHA DE BORDO CRESC	Densidade do granito 2,65 g/cm³
P12	15,538	17,503	0,152	Acostamento crescente	
P13	13,860	-12,635	0,206	Acostamento crescente	
P14	8,144	-6,013	0,523	Capacete	
P15	8,425	-4,689	0,285	CORPO cabeça	
P16	8,432	-2,922	0,248	CORPO pés	
P17	8,562	-4,006	0,557	CORPO centro	
P18	9,022	-1,031	0,284	PONTO DE COLISAO	
P19	8,561	-0,548	0,558	EIXO dianteiro moto	
P20	8,536	0,536	0,689	EIXO traseiro moto	
P21	9,742	12,507	0,194	Freagem	
P22	8,824	-0,560	0,632	Freagem	
P23	8,388	-1,501	1,165	bloco de granito	
P24	8,403	-1,097	1,169	Bloco de granito	
P25	8,380	-1,022	0,280	Bloco de granito	
P26	9,570	-1,130	1,154	Bloco de granito	

