



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PICOS  
LICENCIATURA EM FÍSICA**

**MISLEIDE VIEIRA DE MOURA**

**ANÁLISE FÍSICA EM LOCAIS DE MORTES VIOLENTAS**

**PICOS**

**2025**

MISLEIDE VIEIRA DE MOURA

## ANÁLISE FÍSICA EM LOCAIS DE MORTES VIOLENTAS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)  
apresentado como exigência parcial para obtenção  
do diploma do Curso de Física do Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,  
Campus Picos.

Orientador: Prof. Me. Jorge Maurício Silva Santos

PICOS

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

---

Moura, Misleide Vieira de

M929a      Análise física em locais de mortes violentas / Misleide Vieira de Moura. –  
2025.

44 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Picos, 2025.

Orientador : Prof Me. Jorge Maurício Silva Santos.

1. Mecânica. 2. Perícia Criminal. 3. Física forense. 4. Leis da física . I. Título.

CDD - 530

---

**Elaborado por Silvio de Carvalho Gomes Coutinho CRB 3/1362**

MISLEIDE VIEIRA DE MOURA

ANÁLISE FÍSICA EM LOCAIS DE MORTES VIOLENTAS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)  
apresentado como exigência parcial para obtenção  
do diploma do Curso de Física do Instituto Federal  
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,  
Campus Picos.

Aprovada em: 04/09/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX (Orientador)  
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

---

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX  
Instituição XXXXXXXXXXX

---

Prof. Dr. XXXXXXXXXXX XXXXXXXX  
Instituição XXXXXXXXXXX

Aos meus pais, por todo incentivo e  
esforço durante toda a minha trajetória  
escolar e acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que é minha fonte de motivação diária para enfrentar todos os desafios da vida, pela dádiva de me proporcionar experiências incríveis ao longo desses anos na universidade, agradecer por toda a proteção durante a minha trajetória acadêmica. O seu cuidado com seus filhos é incrível!

Agradeço, de forma muito especial, ao meus pais Rosa Nilda Vieira Coelho de Moura e José Galcione de Moura Brandão que sempre permaneceram ao meu lado me acolhendo e me estendendo todo o suporte necessário. Que nunca mediram esforços por todos esses anos durante a minha graduação.

Gostaria também de expressar minha enorme gratidão as minhas queridas irmãs, Luzimeire Vieira de Moura e Rosicleide Vieira de Moura, por todo apoio, por todas as palavras de consolo e por todo o suporte, na qual sempre foram essencial para que tudo isso fosse possível, que sempre esteve presente durante essa caminhada acadêmica.

Agradeço também, ao meu orientador Prof. Me. Jorge Mauricio Silva Santos, por todo o acolhimento durante esse período, obrigada por todo o aprendizado e pelas observações durante toda a escrita do TCC, o senhor foi muito importante para o desenvolvimento e enriquecimento deste trabalho.

Obrigado aos meus companheiros de curso, Licenciatura em Física, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, o acolhimento, a amizade foram pontos chaves para a caminhada longa.

Gratidão a todos os professores que tive o privilégio de conviver durante essa caminhada acadêmica, vocês foram de grande importância para a minha formação, e ressignificação pessoal e profissional, vocês são parte desta grande conquista na minha vida, um curso superior, que sempre foi o meu sonho.

“Suporte o processo e viverá o propósito!”

André Mansur

## RESUMO

A perícia criminal é um órgão auxiliar da Justiça Criminal, que busca elucidar questões pertinentes ao contexto do ato criminoso, como autores, motivos e circunstâncias, contribuindo, assim, para a demonstração da verdade real dentro do processo penal já implantado. Assim, a análise física em locais de mortes violentas é uma área de estudo que visa investigar e entender as circunstâncias e os detalhes físicos de acontecimentos dramáticos. Essa análise envolve uma série de procedimentos técnicos e científicos para coletar e preservar evidências, que é exatamente onde entra a física. Logo, a mesma é considerada como principal área a ser utilizada na ciência forense. Um dos ramos da física a ser utilizado em uma análise pericial é a Mecânica, que engloba tanto a cinemática como a dinâmica, podendo ser aplicada, por exemplo, para determinar a trajetória de um objeto em queda livre, a direção e velocidade de um projétil, ou até mesmo podendo ser utilizada para determinar a força de impacto causado por um objeto. Assim, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de demonstrar como os conceitos físicos é de suma importância na área da perícia criminal, e de como esses conceitos são utilizados para determinar a dinâmica de um determinado fato. Em algumas circunstâncias, os acidentes de trânsito e os homicídios podem ser analisados frente à ótica das leis da física. Este trabalho tem como objetivo apresentar a importância da aplicabilidade das leis da Física em locais de mortes violentas decorrentes de crime ou acidente, através de metodologias específicas em perícia criminal. Logo, será demonstrado quatro exemplos de como a física é utilizada na perícia criminal, para obter uma conclusão precisa. Diante disso, espera-se demonstrar como as leis da física se apresenta na ciência forense, e quanto é importante para compreender e estabelecer as circunstâncias que envolvem esses eventos, contribuindo para uma investigação criminal.

**Palavras-chave:** Perícia Criminal; Mecânica; Mortes Violentas.

## **ABSTRACT**

Forensic science is an auxiliary branch of the Criminal Justice system, seeking to elucidate issues pertinent to the context of the crime, such as perpetrators, motives, and circumstances, thus contributing to the demonstration of the true truth within the already established criminal process. Thus, physical analysis at the scene of violent deaths is a field of study that aims to investigate and understand the circumstances and physical details of dramatic events. This analysis involves a series of technical and scientific procedures to collect and preserve evidence, which is precisely where physics comes in. Therefore, it is considered the primary area of application in forensic science. One of the branches of physics used in forensic analysis is mechanics, which encompasses both kinematics and dynamics and can be applied, for example, to determine the trajectory of a freely falling object, the direction and velocity of a projectile, or even the force of an object's impact. Thus, this research is justified by the need to demonstrate how physical concepts are of paramount importance in the field of forensic science and how these concepts are used to determine the dynamics of a given event. In some circumstances, traffic accidents and homicides can be analyzed from the perspective of the laws of physics. Therefore, four examples will be demonstrated of how physics is used in criminal forensics, to obtain an accurate conclusion. This work aims to demonstrate the importance of applying the laws of physics to scenes of violent deaths resulting from crime or accident, using specific forensic science methodologies. Therefore, we hope to demonstrate how the laws of physics are applied in forensic science and how important they are for understanding and establishing the circumstances surrounding these events, contributing to a criminal investigation.

**Keywords:** Forensic Expertise; Mechanics; Violent Deaths.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Demonstração de mortes violentas .....                                                            | 16 |
| Figura 2 – Brasil: Número e taxa de homicídios registrados por 100 mil habitantes (2012 a 2022) .....        | 17 |
| Figura 3 – Demonstração de um corpo em queda livre .....                                                     | 18 |
| Figura 4 – Estudo aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas .....     | 19 |
| Figura 5 – Demonstração de um acidente de trânsito .....                                                     | 20 |
| Figura 6 – Desenho de um Croqui de uma colisão entre uma caminhonete e uma motocicleta .....                 | 32 |
| Figura 7 - Desenho de um croqui de uma colisão entre dois carros em um cruzamento.....                       | 34 |
| Figura 8 – Desenho de um croqui de caso de morte por precipitação, a partir da cobertura de um edifício..... | 37 |
| Figura 9 – Desenho de um croqui de uma morte por precipitação decorrente de um acidente de trabalho .....    | 40 |

## SUMÁRIO

|            |                                                         |           |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                      | <b>16</b> |
| <b>2.1</b> | <b>MORTES VIOLENTA .....</b>                            | <b>16</b> |
| <b>2.2</b> | <b>METODOLOGIA CIENTÍFICA EM PERICIA CRIMINAL .....</b> | <b>21</b> |
| <b>2.3</b> | <b>FÍSICA FORENSE .....</b>                             | <b>22</b> |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGIA APLICADA .....</b>                       | <b>29</b> |
| <b>4</b>   | <b>ANÁLISE DE LOCAIS .....</b>                          | <b>32</b> |
| <b>4.1</b> | <b>ACIDENTES DE TRÂNSITOS .....</b>                     | <b>32</b> |
| <b>4.2</b> | <b>MORTES POR PRECIPITAÇÃO .....</b>                    | <b>37</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                       | <b>43</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                | <b>44</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado é o responsável pela aplicação da pena cabível ao indivíduo que praticou o crime, e o responsável pela prova técnica que trará materialidade aos fatos, é o perito criminal. É ele o profissional capacitado para periciar o local e colher os vestígios que podem esclarecer as circunstâncias em que o crime foi cometido e ajudar na condenação dos autores. É a confiabilidade dos elementos, materiais encontrados no local do crime e as providências inicialmente adotadas que vão auxiliar na elucidação do fato criminoso. Por isso, é importante realçar a necessidade da natureza especializada, através de conhecimentos técnico científico do perito criminal para constatar a autenticidade, ou não, dos elementos colhidos, e assim elaborar o laudo técnico, ou seja, a prova pericial.

A perícia criminal é um órgão auxiliar da Justiça Criminal, que busca elucidar questões pertinentes ao contexto do ato criminoso, como autores, motivos e circunstâncias, contribuindo, assim, para a demonstração da verdade real dentro do processo penal já implantado. É a partir das investigações realizadas através de pericias que se pode encontrar e julgar tal ato, assim, o trabalho realizados por peritos é essencial para o esclarecimento da verdade. Sobre a concepção do termo perícia, Capez (2010), afirma que, é um meio de prova que consiste em um exame elaborado por pessoa, em regra profissional, dotada de formação e conhecimentos técnicos específicos.

Assim, a análise física em locais de mortes violentas, também conhecida como análise forense, é a ciência que utiliza de métodos e técnicas científicas para investigar e documentar fatos, de crime e acidentes. Essa análise tem como objetivo reunir evidencias físicas que possam ajudar na identificação do(s) autor(es) do crime, bem como na reconstrução do crime.

Ademais, os locais de mortes violentas é de suma importância para o perito iniciar suas investigações, assim, pode-se definir locais de mortes violentas como lugares onde ocorrem óbitos resultante de ações que envolvem agressões físicas, comportamentos criminosos, acidentes graves, suicídios, entre outros fatos violentos. São através desses locais que os peritos definirão qual foi a dinâmica do fato. O entendimento da dinâmica de um crime ou o conhecimento de sua autoria são questões fundamentais na análise de vestígios de locais de crime (VELHO, 2013).

O presente estudo tem por finalidade demonstrar como as aplicabilidade dos

conceitos e leis da física, com ênfase em Mecânica, é de suma importância para resolver situações que fazem parte do cotidiano, envolvendo problemas que sejam possíveis demonstrar tais aplicabilidades.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MORTES VIOLENTAS

O conceito de morte violenta engloba toda morte que tenha como causa um evento externo ao próprio organismo, podendo ser morte decorrente de agressões, como homicídios, ou acidentes, ou até mesmo o suicídio (BENTO e RECHENBERG, 2013). A definição de violência, é árduo, porém com os vários estudos existentes, permitem estrutura-la como um fenômeno humano que se traduz em atos realizados, tanto individual, quanto em grupos, por pessoas, famílias, classes e nações, com a intenção de ferir, mutilar ou matar o próximo, sendo física ou psicológica.

Figura 1 – demonstração de mortes violentas



Fonte: gerado por ChatGPT, 20 de ago. de 2025

A figura acima, mostra um exemplo de um isolamento do local da morte violenta. Isolamento feito a partir das fitas próprias de uso policial.

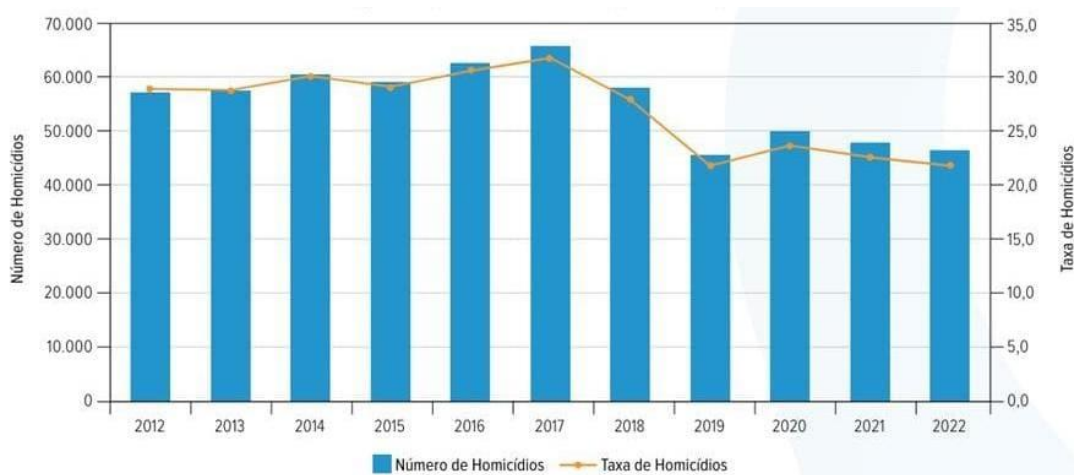
Entre 2017 e 2023, o Brasil teve uma redução de 27,7% nas mortes violentas intencionais, superando a média regional da América Latina e Caribe. No entanto, a taxa de homicídio no país permanece cerca de quatro vezes maior que a média global e o Brasil responde por aproximadamente 10% dos homicídios mundiais (UNODC, 2023). Ainda no âmbito de causas violentas, o Brasil faz parte das dez nações que juntas são responsáveis por 62% das mortes mundiais por acidente de trânsito. (TEIXEIRA, 2012).

O conceito de homicídio envolve “o ato de romper o ciclo de vida humana do outro”. O artigo N° 121 do código penal brasileiro estabelece que este crime se presume em matar alguém, violando o direito à vida do outro (Abreu, 2021). Do ponto

de vista jurídico, este crime tem três classificações. A primeira, o homicídio simples, podendo ser praticado por qualquer indivíduo tendo a consequência da pena de seis a vinte anos. Já o homicídio qualificado tem características mais específicas, como o assassinato seguido de algo, como torturas, envenenamentos, feminicídios, contra menores de quatorze anos e entre outros, podendo gerar uma reclusão de doze a trinta anos (Abreu, 2021). Dentre outro, o homicídio culposo, a morte seria uma decorrente por um ato de irresponsabilidade do culpado, muito comum em acidentes de trânsito, ocorrendo quando envolvem condutas perigosas na falta de atenção, passagem de pedestres, dirigir alcoolizado ou fixado em outras situações que não seja a do volante, a pena pode aumentar diante a atitude que o indivíduo reage na hora do episódio, como prestar socorro imediato (Abreu, 2021).

De acordo com a Figura 2 – Brasil: Número e taxa de homicídios registrados por 100 mil habitantes (2012 a 2022), mostra que a taxa de homicídio no Brasil entre 2012 a 2022 teve uma pequena queda, porém ainda continua um número bastante alto. Em 2012 o número de homicídios foi registrado como mais que 50.000, já em 2022 teve uma pequena queda totalizando um pouco mais que 40.000.

Figura 2 – Brasil: Número e taxa de homicídios registrados por 100 mil habitantes (2012 a 2022)



Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADc) e MS/SVS/CGIAE – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Elaboração: Diest/Ipea e FBSP.

Logo, no presente trabalho, serão abordados apenas conceitos relacionados a acidentes de trânsito e mortes por precipitações. Mortes por precipitações ocorrem quando uma pessoa cai ou é jogada de uma altura significativa, como de um prédio, ponte, escadas, penhascos, entre outros. Geralmente, essas mortes são

consequência de homicídio, acidentes ou suicídios. Para determinar se uma morte por precipitação foi decorrente de algum desses três fatores, precisa-se realizar uma investigação detalhada, feita pelos peritos, assim definindo as circunstâncias e causas da morte, envolvendo análise da cena da queda, lesões corporais e trajetória da queda. Os exames iniciados de imediato no local em que se encontra a vítima é de fundamental importância reconhecer qual foi o ponto de impacto do corpo na superfície. Segundo Tocchetto e Espíndola (2022) a localização do ponto de impacto deve ser observada, devido ao corpo poder quicar no momento do impacto e influir na diagnose diferencial se tal distância horizontal não for corretamente determinada. A falha no reconhecimento desse ponto pode levar a erro na determinação da velocidade inicial. De acordo com França (2017), o qual exemplifica que, no acidente, a distância horizontal seria bem próxima ao ponto de lançamento; no homicídio, um pouco mais afastada, em virtude de eventual resistência da vítima; e no suicídio essa distância seria bem maior em virtude do impulso gerado pela vítima.

Figura 3 – Demonstração de um corpo em queda livre



Fonte: Gerado por ChatGPT em 20 de ago. de 2025

Na figura 3, é possível observar um corpo em queda livre, assim será abordado conceitos físicos em relação a queda livre.

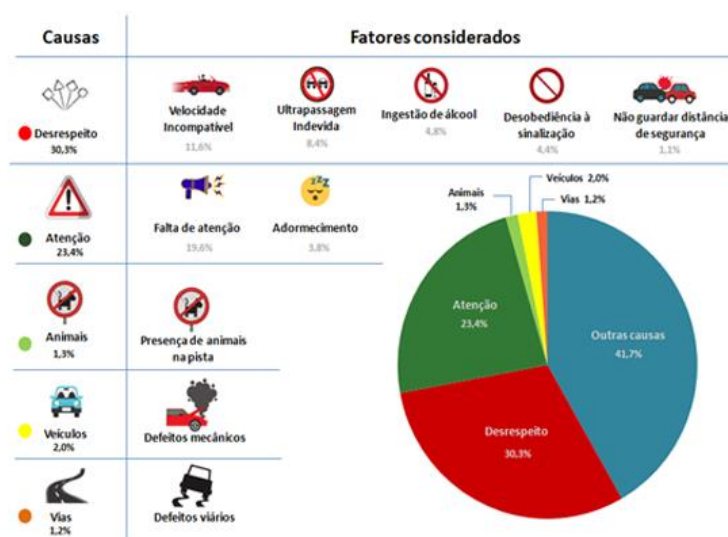
Acidentes de trânsito referem-se a eventos inesperados que ocorrem nas vias públicas, resultando em danos materiais, ferimentos ou até mortes de pessoas envolvidas. Eles podem ser causados por diversos fatores, incluindo imprudência, distração, excesso de velocidade, condições ruins das vias, consumo de álcool ou drogas, entre outros. Segundo Aragão 2003:

Acidente de trânsito é acontecimento involuntário, inevitável e

imprevisível, ou inevitável, mas previsível, ou seja, imprevisível, mas evitável, do qual participa, pelo menos um veículo em movimento, pedestres e obstáculos fixos, isoladamente ou em conjunto, ocorrido em via terrestre, e resultando danos ao patrimônio, lesões físicas ou mortes.

Muitos casos de acidentes de trânsito ocorrem por imprudência do ser humano, porém, existem várias falhas que influenciam nesses imprevistos. Os três fatores mais conhecidos quando se trata de acidentes de trânsito, são os fatores relacionados ao homem, ao meio e ao veículo. Fatores relacionados ao homem são aquelas que não podem ser materializadas, ou seja, falta de atenção, imprudência, excesso de velocidade, ingestão de bebidas alcoólicas, desrespeitos a sinalização. Fatores relacionados ao meio, são aqueles fatores decorrentes do meio ambiente ou as vias, como os fatores climáticos, visibilidade do local, condições de tráfego. E os fatores relacionados aos veículos, os quais são falhas mecânicas, no qual essas falhas são de difícil detecção no local do acidente, ou seja, precisa de uma atenção e um tempo maior para ser descobertas essas falhas.

Figura 4 – Estudo aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas



Fonte: Gov.br, 2018

Na figura 4 – Estudo aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas, pode-se observar que a maior causa dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas, como por exemplo, dormir no volante, estar alcoolizado enquanto dirige, ultrapassar em vias proibidas, falta de atenção,

entre outros fatores. Enquanto que a menor taxa com uma porcentagem de 1,2% refere-se às condições das vias, como por exemplo, estradas esburacadas, falta de sinalização. Em um acidente de trânsito o perito irá investigar minuciosamente aquele local, até chegar a uma conclusão dos fatos de forma objetiva e parcial. Coletas de evidências físicas, reconstituição do acidente, análise de danos veiculares, estudo da dinâmica do acidente, análise de documentos e depoimentos e elaboração do laudo pericial, são alguns dos passos que os peritos acompanham para chegar a uma autenticidade do acidente. A perícia em acidentes de trânsito tem como objetivo estabelecer uma dinâmica e definir a causa determinante do acidente ocorrido conforme as análises feitas pelo perito, ou seja, definir condições, como, o porquê e o que causou o acidente. Para que isso ocorra, os peritos irão utilizar de uma área bem importante, que é a física, pois muitos dos conceitos e equações são utilizados para a determinação de um bom resultado, desde o cálculo da velocidade e da força de impacto até a análise das forças envolvidas em colisões.

Figura 5 – Demonstração de um acidente de trânsito



Fonte: Gerado por ChatGPT 20 de ago. de 2025

Pode-se observar que a figura 4, mostra um acidente de trânsito, envolvendo dois veículos, na qual o local foi isolado adequadamente pelos primeiros policiais que chegaram naquele local,

O local deve ser totalmente isolado e preservado, pois qualquer descuido, será prejudicial à investigação. Logo, este é um problema bem comum, e que os peritos encontram quase sempre nos locais de mortes/acidentes, pois a curiosidade do ser humano é maior, e desejam ver aquele ocorrido de perto. Portanto, com a

vigência da Lei nº 8.862/94 o isolamento e preservação do local mudou de patamar, passando a ser uma preocupação para aqueles elencados como responsáveis da tarefa, ou seja, os policiais. De acordo com o Código de Processo Penal:

Art. 6º - Logo que tiver conhecimento da prática da infração penal, a autoridade policial deverá:

I – dirigir-se ao local, providenciando para que não se alterem o estado e conservação das coisas, até a chegada dos peritos criminais;

II – apreender os objetos que tiverem relação com o fato, após liberados pelos peritos criminais;

Art. 169 – Para o efeito de exame do local onde houver sido praticada a infração, a autoridade providenciará imediatamente para que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, que poderão instruir seus laudos com fotografias, desenhos ou esquemas elucidativos.

Parágrafo único – os peritos registrarão, no laudo, as alterações do estado das coisas e discutirão, no relatório, as consequências dessas alterações na dinâmica dos fatos.

Portanto, fica explícito o quanto é importante a preservação de um local para análise dos peritos.

## **2.2 METODOLOGIA CIENTIFICA EM PERICIA CRIMINAL**

A metodologia científica em pericia criminal refere-se a aplicações de métodos científicos para analisar evidências e reconstruir eventos em investigações criminais.

No livro Metodologia científica em pericia criminal, do autor Albani Borges, 3ª edição aborda as metodologias utilizadas em locais de mortes violentas, na qual refere-se a acidentes e crimes. Para as duas situações são utilizadas as mesmas etapas. Definição do tipo de ocorrência, se foi uma colisão, atropelamento, homicídio; registros de informações preliminares: local, data, hora, protagonistas, ou seja, os envolvidos naquela situação; em seguida, os peritos precisam formular hipóteses preliminares, são com essa hipóteses que surge os caminhos para determinar a causa de um fenômeno; definição dos exames mínimos a serem realizados, podendo ser feitos a partir dos tipos de evidências encontradas no local, como por exemplo, manchas de sangue, marcas de pegadas, impressões digitais, marcas de frenagem e entre outros; definição dos métodos e técnicas a serem empregados para os exames e definição dos equipamentos indispensáveis, como GPS, câmeras fotográficas entre outros. Cabe ao perito a elaboração do cronograma de trabalho como também as definição de procedimentos. São todas essas etapas que os peritos criminais aderem, tudo isso para chegar a um resultado preciso, e assim definir o que de fato ocorreu e

como ocorreu.

Já para as primeiras providências a serem seguidas pelo perito são: informações preliminares, abordagem, verificação do local e isolamento, coleta de vestígios e materiais para exames, definição do tipo de ocorrência, análise e formulação de hipóteses preliminares, definição de exames a serem realizados, planejamento de materiais e ferramentas, elaboração de cronograma de trabalho, definição dos principais procedimentos básicos.

E por fim alguns dos procedimentos básicos e mais importante, para a análise de um local: fotografar o local, desenhar (elaborar croqui) o local, examinar e registrar dados e informações colhidas, recolher amostras para exames, conferir dados levantados, liberar o local (se for o caso), encaminhar o material para exames em tempo oportuno, fotografar, rotular ou nomear o material fotografado, conferir todos os dados, passar a limpo e encaminhar o esboço do desenho à seção competente, reunir elementos e complementos para a elaboração do laudo final, elaborar, revisar, assinar e liberar o Laudo Pericial Criminalístico.

## **2.3 FISICA FORENSE**

A Física Forense é a área da Criminalística destinada a resolução de crimes que envolvam conceitos de física, como em acidentes de trânsito e mortes por precipitação. Estabelecida como a ciência responsável pela descrição e elucidação de crimes, estudando as provas, depoimentos e pistas que acontecem no local do delito, assim elaborando uma ligação entre os fatos ocorridos, para determinar uma solução técnica para o problema. (Tonietto et al., 2013). É a partir de conceitos e leis da física que um perito pode determinar as causas e a dinâmica de algum crime ou acidente. Segundo Souza, “contribui na elucidação de como ocorreu determinado delito, auxiliando a verificar os seus intervenientes por meio do estudo da prova material recolhida na esfera da investigação criminal” (Souza, 2016)

No presente trabalho, utiliza-se das leis da física para demonstrar como a mesma é utilizada em situações importantes no cotidiano, com ênfase na Mecânica (cinemática e dinâmica), pois é uma das áreas que desempenham papéis cruciais nesse contexto, tanto em acidentes de trânsito como em mortes por precipitação, já que as duas situações envolvem movimentos. Conforme o MEC/SEF:

“...mecânica passa a ser associada às competências que permitem,

por exemplo, lidar com os movimentos de coisas que observamos, identificando seus “motores” ou as causas desses movimentos, sejam carros, aviões, animais, objetos que caem, ou até mesmo as águas do rio ou o movimento do ar. Nessa abordagem, a Mecânica permite desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos, macroscópicos e mais facilmente perceptíveis, ao mesmo tempo que propicia a compreensão de leis e princípios de regularidade, expressos nos princípios de conservação” (MEC/SEF, 2007, p.17).

Assim, com base nas leis da Mecânica, indicaria uma necessidade de examinar a relação entre forças e movimentos com base em cenários do mundo real, debatendo tanto a quantidade de movimento quanto as causas da variação do próprio movimento. A cinemática estuda o movimento dos corpos sem se preocupar com as causas. Quando se especifica a posição, a velocidade, e a aceleração de um objeto, pode-se descrever como esse objeto se move, incluído a direção deste movimento, como esta direção se modifica com o tempo, se a velocidade aumenta ou diminui. (RESNICK, HALLIDAY, KRANE). Na física forense a cinemática é usada para determinar a velocidade e a posição de veículos em um acidente, com base em marca de frenagem ou danos. Já em mortes por precipitação os conceitos da cinemática é utilizado para determinar a altura da queda, a velocidade de impacto de um corpo e o tempo de queda. A dinâmica estuda as causas dos movimentos. Assim, é uma área que fornece princípios físicos que ajudam a reconstruir eventos criminais, determinar as causas de um acidente e analisar o movimento de objetos e corpos.

Portanto utilizando desses conceitos e leis, para acidentes de trânsito, pode-se calcular o coeficiente de atrito, logo, o coeficiente de atrito depende de muitas variáveis, como a natureza dos materiais, o acabamento da superfície, os filmes superficiais, a temperatura e a contaminação. (RESNICK, HALLIDAY E KRANE). Quando um veículo está em desaceleração, a força de atrito também é a força que determina o resultado das forças atuantes sobre ele, assim é possível calcular o coeficiente de atrito através das seguintes equações:

$$Fat = kN \quad (1)$$

no qual *Fat* é a força de atrito, *k* é o coeficiente de atrito.

Pela Segunda Lei de Newton, em que estabelece que a força resultante (*F*) sobre um corpo é igual ao produto de sua massa (*m*) pela aceleração (*a*) e de acordo com a força peso (*P*), que é a força gravitacional exercida sobre um corpo de massa (*m*) devido a aceleração da gravidade (*g*), pode-se obter a seguinte equação:

$$ma = kmg \quad (2)$$

Anulando a massa da esquerda, com a massa da direita, obtém-se:

$$a = kg \quad (3)$$

Assim, isolando o coeficiente de atrito ( $k$ ), obtém-se a seguinte equação:

$$k = \frac{a}{g} \quad (4)$$

sendo  $g$  a gravidade e  $a$  aceleração.

Pode-se calcular também, o coeficiente de atrito médio, ou seja, após uma colisão, dois veículos, passam a se deslocar acoplados, no caso, um coeficiente de atrito será o mesmo para os dois veículos, assim formando apenas um coeficiente de atrito. Assim, fica exposto a seguinte equação:

$$k_m = \frac{k_1 m_1 + k_2 m_2}{m_1 + m_2} \quad (5)$$

onde  $m_1$  e  $m_2$  são, respectivamente, a massa do veículo 1 e 2, e  $k_1$  e  $k_2$  são, respectivamente,  $k$  o coeficiente de atrito 1 e 2.

Com isso, a partir da equação reduzida de Torricelli, pode-se calcular a velocidade de um automóvel. Um corpo ao sofrer aplicação de uma força externa pode ter sua velocidade alterada, tendo tal velocidade diminuída ou aumentada. (ALMEIDA 2014).

$$V = \sqrt{2kgd_f} \quad (6)$$

onde  $k$  é o coeficiente de atrito,  $g$  aceleração da gravidade e  $d$  a distância de frenagem, rolamento ou fricção.

O conceito de momento linear (também conhecido como quantidade de movimento) é essencial para o estudo da transferência de movimento de um corpo para o outro, como ocorre, por exemplo, nas colisões. O momento linear depende da massa e da velocidade que o corpo possui e é uma grandeza que sempre se conserva

em um sistema isolado na ausência de forças externas (HALLIDAY, 2006). A quantidade de movimento, ou momento linear, é dada pela seguinte expressão:

$$\vec{Q} = M\vec{V} \quad (7)$$

onde, Q é a quantidade de movimento (kg.m/s), M sendo a massa (kg) e V a velocidade (m/s).

A quantidade de movimento de um sistema de corpos, isolado de forças externas, é constante.

$$Q_i = Q_f \quad (8)$$

Segundo o livro Fundamentos de Física I, Halliday Resnick & Walker, uma colisão “é um evento isolado no qual dois ou mais corpos (os corpos que colidem) exercem uns sobre os outros, forças relativas elevadas por um tempo relativamente curto. Para colisões, existe três tipos, que são as colisões elásticas, inelásticas e parcialmente elásticas. Uma colisão elástica é um tipo de colisão em que tanto a quantidade de movimento quanto a energia cinética total do sistema se conservam. Quando isso acontece, diz-se que o coeficiente de restituição é máximo, pois a rapidez de separação e de aproximação dos veículos são iguais em módulo antes e depois da colisão (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2010).

$$M_1V_{1i} + M_2V_{2i} = M_1V_{1f} + M_2V_{2f} \quad (9)$$

Resultando em:

$$\frac{1}{2}M_1V_{1i}^2 + \frac{1}{2}M_2V_{2i}^2 = \frac{1}{2}M_1V_{1f}^2 + \frac{1}{2}M_2V_{2f}^2 \quad (10)$$

Para  $M_1$  e  $M_2$  corresponde as massas um e dois,  $V_i$  e  $V_f$  condiz com a velocidade inicial e final.

Já a colisão inelástica, a energia cinética não se conserva, havendo perda total ou parcial, o significado disso é que parte da energia cinética do sistema foi transformada em outros tipos de energia, calor, deformação e outras. Quando isso

acontece, diz-se que o coeficiente de restituição é mínimo (zero), pois a rapidez de afastamento entre os corpos após a colisão é nula, (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2010).

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f \quad (11)$$

ou seja, após a colisão, os corpos ficam unidos e movem-se juntos com a mesma velocidade final  $v_f$ :

$$v_f = \frac{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i}}{m_1 + m_2} \quad (12)$$

E para a colisão parcialmente elástica a energia cinética total imediatamente depois da colisão é menor que a energia cinética total imediatamente antes da colisão, para este caso, diz-se que o coeficiente de restituição varia entre zero e um, o que significa que a velocidade de afastamento é menor do que a velocidade de aproximação (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2016). Usa-se o coeficiente de restituição  $e$ , (conceitualmente, é a diferença entre o modulo das velocidades finais e as velocidades iniciais) que mede a elasticidade da colisão:

$$e = \frac{|v_{2f} - v_{1f}|}{v_{2i} - v_{1i}} \quad (13)$$

Assim, para problemas em que houver colisões, para calcular a velocidade no instante da colisão, pode-se utilizar a equação (6), substituindo:

$$v_i = \sqrt{2kgd_f v_d^2} \quad (14)$$

onde  $k$  é o coeficiente de atrito do trecho em que o veículo permaneceu em processo de frenagem,  $d_f$  é a distância de frenagem,  $g$  é a gravidade e  $v_d$  é a velocidade de danos.

Já para calcular a velocidade final após uma colisão, pode-se utilizar a partir da equação de Torricelli:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad_f \quad (15)$$

Assim substituindo a equação (3) na equação (14):

$$v_f = \sqrt{v_i^2 + 2kgd_f} \quad (16)$$

Segundo Galileu Galilei (1564-1642) se um corpo pesado e um corpo leve forem abandonados juntos de uma mesma altura, eles cairão juntos, chegando ao mesmo tempo no chão. Tal afirmação pode ser explicada através da força da resistência do ar, que atua sempre no sentido contrário do movimento do corpo, assim, desprezando o ar, esses corpos chegarão juntos ao solo.

Assim é preciso utilizar dos conceitos e equações do movimento, que é conhecido como Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para se calcular a queda livre de um corpo pode-se utilizar das seguintes equações:

$$v = v_0 + at \quad (17)$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (18)$$

onde:  $x$  é o deslocamento (m);  $v$  a velocidade (m/s);  $v_0$  o corpo abandonado na origem com velocidade nula (m/s);  $a$  representa a gravidade ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ), aceleração constante, e  $t$  o tempo (s).

Como se trata de um movimento de aceleração constante e vertical (eixo  $y$ ), o  $h$ , que representa a altura percorrida pelo corpo durante a queda, para calcular o tempo da queda podemos usar:

$$h = v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (19)$$

Para determinar a posição de cada segundo ao final da queda pode-se usar:

$$v^2 = v_0^2 - 2g \quad (20)$$

Para um movimento oblíquo horizontal, tem-se que a aceleração é nula, desprezando o ar, assim pode utilizar da equação Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), para calcular a velocidade inicial horizontal:

$$v_x = v_o \cos \theta \quad (21)$$

onde  $v_o$  é a velocidade inicial, e  $\cos \theta$  é o ângulo de lançamento com a horizontal. Para a velocidade  $v_x = v_o$  vai ser constante.

A distância horizontal (d) percorrida é determinada pela velocidade horizontal inicial ( $V_{0x}$ ) e o tempo de queda (t):

$$d = V_{0x} \cdot t \quad (22)$$

Para a componente vertical, é utilizado do Movimento Uniformemente Variado, devido à ação da gravidade, representado pela seguinte equação:

$$v_y = v_0 \sen\theta \quad (23)$$

onde  $v_0$  é a velocidade inicial, e  $\sen\theta$  é o ângulo de lançamento com a vertical. Com velocidade:

$$v_y = v_0 - gt \quad (24)$$

Para calcular a velocidade de impacto vertical, relaciona-se a velocidade inicial vertical com a gravidade e o tempo, pode-se utilizar a seguinte equação:

$$V_y = V_{0y} + g \cdot t \quad (25)$$

### 3 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia utilizada para a pesquisa foi a metodologia científica em pericia criminal. Logo, foi utilizada leis da física como foco para análise em locais de mortes violentas, com ênfase na Mecânica (cinemática e dinâmica), havendo alguns casos hipotéticos para ser analisado e demonstrando como utilizar de tais leis para o estudo mostrado. Os métodos e técnicas a serem utilizados em uma análise de um local de morte decorrente de acidente ou crime, são determinados pelas leis da física.

1° passo: preservar e isolar o local:

A preservação e o isolamento do local do crime/acidente é de grande importância, pois todo elemento encontrado naquele ambiente é um vestígio. Isolando a área com fita zebreada, cones, ou outros objetos que impeça o trânsito livre de pessoas ou veículos. Assim, ocorrendo a preservação e o isolamento adequado do local, os vestígios presentes naquele ambiente, serão conservados, não havendo alterações das posições ou das localizações.

2° passo: coleta de vestígios:

A coleta dos vestígios é de suma importância, pois é a partir das provas encontrados nos locais que os peritos irão definir o que realmente ocorreu naquele ambiente. Os vestígios podem ser divididos em químicos, que são os resíduos de substâncias, explosivos. Físicos, como por exemplo, fibras de tecidos, resíduos de metal, fragmentos de vidros. E os biológicos, que são fluidos corporais (saliva, sêmen), sangue, fios de cabelos. Nos acidentes de trânsito os principais vestígios a serem isolados e preservados são: os veículos em seus repouso, as marcas de arrastamentos, marcas de frenagem, marcas de espelhamentos, entre outros. Já para mortes por precipitação os vestígios mais observados são: áreas com vegetação tombada ou amassada, objetos estranhos ao ambiente, locais com pegadas, marcas diversas, manchas, armas de todas as naturezas, manchas de sangue ou substâncias, roupas e calçados rasgados ou fora do corpo. Observar o estado das manchas de sangue, se está no estado líquido ou na forma de crosta, a caracterização da forma da mancha é de suma importância para compreensão de toda dinâmica envolvida no crime/acidente.

3° passo: definição do tipo de ocorrência:

Diante de uma análise preliminar do local, o perito tem condições de definir o

tipo de ocorrência que foi gerado durante o fenômeno criminal.

4° passo: formulação de hipótese:

Ao observar o local do ocorrido, os peritos precisam construir hipóteses do que houve naquele local, para trabalhar em cima disso, e assim ter um resultado preciso. Como houve aquele acidente? Como estavam as vias? Houve alguma imprudência? Houve luta corporal? Existe presença de sangue no local? Houve reação de defesa? São alguns exemplos de hipóteses que podem surgir durante alguma análise pericial.

5° passo: definição dos exames a serem realizados:

A partir das abordagens, das primeiras informações e do exame prévio do local, o perito precisa definir os principais e mais importantes exames a serem realizados. Os exames por setores e por tipos de evidências, como por exemplo, a observação mais atenta de manchas de sangue, marcas de pegadas, impressões digitais, marcas de frenagens.

6° fotografar e desenhar o croqui

Fotografar o local, antes mesmo de adentrá-lo, pois, assim, o seu visual panorâmico estará sendo preservado em suas condições original. Deverá ser fotografado cada detalhe, por menor que seja, para assim, não perder qualquer prova. O croqui é um desenho realizado pelos peritos do local do ocorrido, com cada detalhe importante, como objetos, manchas, deformações, alterações, entre outros, todas essas informações estarão no croqui.

7° conclusão do laudo:

E por fim, depois de todo um processo, o perito precisa chegar a um resultado e colocá-lo no laudo, com todas as informações adquiridas durante as análises realizadas.

Ao analisar e coletar vestígios, para acidentes de trânsito, como marcas de pneu, danos dos veículos e a posição final dos objetos, a física ajuda a determinar a velocidade dos veículos, o tempo e a distância da frenagem, a energia do impacto e as forças atuantes, permitindo determinar as circunstâncias e a dinâmica do acidente. Para mortes por precipitação, a física é utilizada com o objetivo de compreender a dinâmica da queda, a altura, a posição do corpo e a compatibilidade das lesões encontradas. A posição final do corpo, se é compatível com a altura e local da queda, o tempo entre o início e o impacto da queda. Através desses conceitos, pode-se distinguir se o padrão é compatível com queda acidental, salto voluntário (suicídio) ou precipitação forçada (homicídio).

São através desses conceitos, que os peritos determinam os fatos reais e assim obtém um resultado preciso sobre o que realmente aconteceu naquele local, podendo encontrar o verdadeiro culpado e levar a justiça. As informações físicas obtidas sustentam as conclusões periciais, ajudando a esclarecer responsabilidades, condições de condução e causas do acidente

## 4 ANÁLISE DE LOCAIS/DISCUSSÕES DAS ANÁLISES

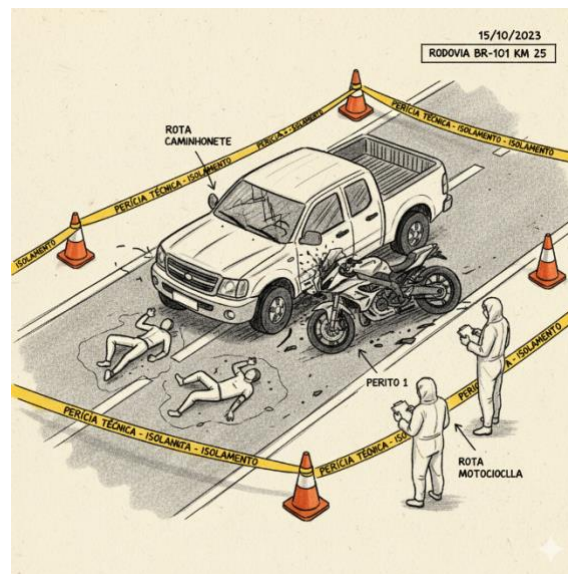
Utilizando da metodologia em pericia criminal, discutida no presente trabalho, será apresentado dois casos hipotéticos sobre cada tópico, sendo acidentes de trânsito e mortes por precipitações.

### 4.1 ACIDENTES DE TRÂNSITOS

#### Caso 1

Para uma situação hipotética de um acidente de trânsito, um veículo de modelo caminhonete atinge uma motocicleta. Após a colisão, a motocicleta tomba e passa a friccionar, sai lateral na pista asfáltica acoplada à frente do veículo caminhonete, que após a colisão percorre um determinado trecho. (ALMEIDA 2014).

Figura 6 – Desenho de um Croqui de uma colisão entre uma caminhonete e uma motocicleta



Fonte: gerado por ChatGBT, em 24 de setembro 2025

No primeiro passo será realizado a isolação do local, utilizando de faixas próprias, ou o que estiver ali no local, com o mínimo de cuidados possíveis, para não ser destruído nenhum tipo de evidências. Em segundo passo é realizado a coleta de vestígios, ou seja, as provas ali encontradas serão embaladas e transportadas para realização de exames. Podendo ser observados os destroços, as marcas de frenagens, a situação da via, realizar os exames toxicológicos entre outros. Assim,

através dos vestígios, pode-se determinar que a massa da caminhonete é igual a 350 kg, e já a motocicleta, tem uma massa de 250 kg. A partir das marcas de frenagem, foi medido, em metros, o trecho em que a caminhonete e a motocicleta acoplados foram arrastados, resultando em 5 metros, até a imobilização total. O coeficiente de atrito de frenagem da caminhonete é 0,85, o que se refere ao atrito entre os pneus e a pista asfáltica. Para a motocicleta o coeficiente de atrito é 0,40. Entretanto, esses valores dos coeficientes de atrito são cruciais para a dinâmica da colisão, utilizando esses coeficientes e medindo a distância percorrida após a colisão, podemos calcular a velocidade do veículo no momento do impacto. No terceiro passo, vem a formulação de hipóteses, observando o cenário acima, pode ter como hipótese, a seguinte situação: o motorista da caminhonete com um breve momento de distração, colide com a motocicleta, porém, após realizar alguns exames, pode-se perceber a ingestão de álcool do mesmo. Trabalhando em cima da hipótese formulada, podemos chegar a uma conclusão. No quarto passo será demonstrado como determinar o coeficiente de atrito médio, em seguida, a velocidade final depois da colisão para cada automóvel.

Para o coeficiente de atrito médio, utilizando a Eq. (5), substituindo os valores dados no problema:

$$k_m = \frac{0,85.3500+0,40.250}{3500+250} \quad (26)$$

$$k_m = 0,82 \quad (27)$$

Assim, a partir do coeficiente de atrito, pode-se determinar as velocidades dos veículos com mais precisão.

Em seguida iremos calcular a velocidade final de cada veículo após a colisão. Para calcular a velocidade final do veículo um, sendo a caminhonete, utilizaremos da Eq.(6):

$$V = \sqrt{2kgd_f} \quad (28)$$

$$V_{f1} = \sqrt{2.0,85.9,8.5} \quad (29)$$

$$V_{f1} = 9,12 \text{ m/s} \quad (30)$$

$$V_{f1} = 32,83 \text{ km/h} \quad (31)$$

Utilizando a mesma equação para calcular a velocidade para o veículo dois, logo, como estão acoplados será o mesmo valor para os dois veículos.

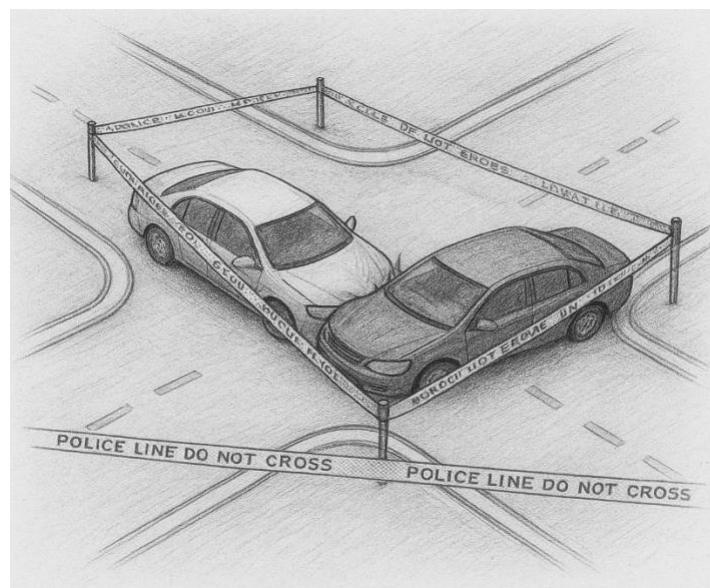
$$V_{f1} = V_{f2} = 32,83 \text{ km/h} \quad (32)$$

Com base nos dados fornecidos e na análise física, conclui-se que a velocidade do conjunto veicular (caminhonete e motocicleta) no momento em que o arraste teve início foi de aproximadamente 32,83 km/h. Assim, após realizar todo o processo de análise e exames, pode-se concluir que o motorista estava realmente alcoolizado, ou seja, o acidente foi por imprudência do motorista da caminhonete, assim, independente da velocidade calculada, a embriaguez do condutor, foi de fato, o que causou o acidente. A análise física da colisão, baseada nas equações de atrito, serve para quantificar a energia envolvida e confirmar a dinâmica do acidente.

## Caso 2

Em uma situação hipotética, dois carros se colidem em um cruzamento, antes da colisão não houve trecho de frenagem para ambos os veículos. (ALMEIDA, 201

Figura 7: Desenho de um croqui de uma colisão entre dois carros em um cruzamento



Fonte: gerado por ChatGBT em 24 de setembro de 2025

Em primeiro momento, o local será isolado de forma adequada, para que nenhuma prova seja danificada. Na segunda etapa será observado e coletado todos os vestígios daquele local. Após as medições, encontrou-se que após a colisão o veículo  $V_1$  percorreu um trecho de 11,2 metros em processo de frenagem, com massa  $M_1$  1400 kg, com um ângulo de repouso  $60^\circ$  (em relação ao eixo X, após colisão). Para o veículo  $V_2$  percorreu 10,2 metros, também em processo de frenagem, com massa  $M_2$  1200 kg, com um ângulo de repouso  $-30^\circ$  (em relação ao eixo Y, após a colisão). Na situação acima, adotamos como coeficiente de atrito  $k=0,806$ . Como terceiro passo, será formulado uma hipótese, para que os peritos possam trabalhar em cima disso. Adotando que o veículo um trafegava no eixo X (horizontal) antes da colisão, e que o veículo dois trafegava no eixo Y (vertical) antes da colisão. Após colher os vestígios, será realizado os cálculos, como uma maneira de demonstrar como a física é utilizada na perícia em casos de acidente de trânsito.

Para determinar velocidades em acidentes de trânsito com colisão, se baseia na conservação da energia e da quantidade de movimento. Logo, utilizando da Eq (6), para determinar a velocidade final do  $V_1$  temos que:

$$V = \sqrt{2kgd_f} \quad (33)$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 0,806 \cdot 9,81 \cdot 11,2} \quad (34)$$

$$V = \sqrt{177,75} \quad (35)$$

$$V = 13,33 \text{ m/s} \quad (36)$$

$$V = 47,99 \text{ km/h} \quad (37)$$

Para o  $V_2$ , temos que:

$$V = \sqrt{2kgd_f} \quad (38)$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 0,806 \cdot 9,81 \cdot 10,2} \quad (39)$$

$$V = \sqrt{161,28} \quad (40)$$

$$V = 12,70 \text{ m/s} \quad (41)$$

$$V = 45,72 \text{ km/h} \quad (42)$$

Após determinar as velocidades finais dos dois veículos, iremos também calcular a velocidade de impacto dos dois veículos, no qual para calcular a velocidade no instante da colisão requer a aplicação do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear em duas dimensões (eixo X e Y). Assim o Princípio da Conservação, afirma que a quantidade de movimento total do sistema se conserva, desde que as forças externas sejam desprezíveis. Como afirma a Eq. (8).

Como a colisão ocorre em um cruzamento (dois eixos, X e Y), a conservação é aplicada em cada eixo. Para calcular a velocidade de impacto do veículo um, temos que:

$$M1 \cdot V1i = M1 \cdot V1f \cdot \cos(60^\circ) + M2 \cdot V2f \cdot \cos(-30^\circ) \quad (43)$$

$$1400 \cdot V1i = 1400 \cdot 13,33 \cdot 0,5 + 1200 \cdot 12,70 \cdot 0,866 \quad (44)$$

$$1400 \cdot V1i = 9331 + 13197,36 \quad (45)$$

$$V1i = \frac{22528,36}{1400} \quad (46)$$

$$V1i = 16,09 \text{ m/s} \quad (47)$$

$$V1i = 57,92 \text{ km/h} \quad (48)$$

Para o veículo dois, utilizaremos do mesmo processo:

$$M2 \cdot V2i = M1 \cdot V1f \cdot \sin(60^\circ) + M2 \cdot V2f \cdot \sin(-30^\circ) \quad (49)$$

$$1200 \cdot V2i = 1400 \cdot 13,33 \cdot 0,866 + 1200 \cdot 12,70 \cdot (-0,5) \quad (50)$$

$$1200 \cdot V2i = 16187,05 - 7620 \quad (51)$$

$$V2i = \frac{8567,05}{1200} \quad (52)$$

$$V2i = 7,14 \text{ m/s} \quad (53)$$

$$V2i = 25,70 \text{ km/h} \quad (54)$$

Após realizar todos os cálculos, podemos ter como a dinâmica do acidente, os seguintes resultados. Para antes da colisão, o veículo  $V_1$ , se aproximou do cruzamento a uma velocidade calculada de aproximadamente 57,92 km/h. E o veículo  $V_2$  se aproximou a uma velocidade significativamente menor, de aproximadamente 25,70 km/h. No momento do impacto os veículos colidiram sem evidências de frenagem prévia para nenhum dos lados, indicando que os condutores não tiveram tempo ou

reação para tentar evitar a colisão. Após a colisão, ambos os veículos mantiveram velocidade elevadas e percorreram suas respectivas distância de arrastamento até a parada total, devido a força de atrito com o pavimento.

Concluindo, assim, que a análise física indica que o veículo  $V_1$  estava em velocidade mais alta (57,92 km/h) no momento de entrar no cruzamento em comparação com o veículo  $V_2$  (25,70 km/h).

## 4.2 MORTES POR PRECIPITAÇÃO

### Caso 1

Assim, apresentando uma hipótese para um caso de mortes por precipitação, e demonstrando como as leis da física é de suma importância para um perito, com o objetivo de determinar a natureza da morte (Homicídio, Suicídio ou Acidente) e a dinâmica do evento. Esta hipótese relata, que um indivíduo é encontrado morto no solo, próximo a um edifício alto.

Figura 8: Croqui de caso de morte por precipitação, a partir da cobertura de um edifício.



Fonte: gerada por ChatGBT, em 24 de agosto de 2025

Em primeiro momento será realizado a preservação e isolamento do local: a primeira equipe, geralmente policial, isola a área no solo onde o corpo foi encontrado (Local I) e o local de provável arremesso (cobertura – Local II), delimitando o Perímetro de Vestígios para evitar alteração de cena. Em seguida os exames e documentação

do local I (Ponto de Impacto), o Perito Criminal realiza o exame metódico do corpo da vítima e do ambiente. Registro fotográfico e vídeo, documentação de todos os vestígios, do corpo na posição original, do local em geral (de longe e de perto) e do ponto de impacto. Vestígios no Solo: Busca por indícios que ajudem a determinar o ponto de impacto e a trajetória (ex: poças de sangue, tecidos, fragmentos do corpo). Exame do cadáver: análise preliminar da posição, das lesões (fraturas múltiplas, ruptura de vísceras, esfacelamento do crânio – compatíveis com morte por precipitações), e busca por vestígios que indiquem sinais de luta ou defesa. Coleta: Coleta de material biológico, de roupas e outros vestígios que possam ter relação com o crime. Após, será realizado os exames e as documentações do local II (ponto de partida), o Perito realiza o local de onde a vítima possivelmente caiu, que no caso foi da cobertura. Medição da altura exata do ponto de partida até o ponto de impacto no solo ( $h$ ), busca por marcas de luta, impressões papilares (digitais palmares), manchas de sangue, pegadas, objetos deslocados. Condições do local, verificação da altura, se havia obstáculos, se o local era de acesso restrito, etc. Em uma quarta etapa é realizado a análise laboratorial e exames complementares, o material coletado é enviado para laboratórios. Perícia Papiloscópica: Identificação de impressões digitais nos locais de acesso e na vítima. Perícia química/toxicológica: Exame de dosagem alcoólica ou substâncias tóxicas na vítimas, que possam indicar perda de consciência ou incapacidade de reação. Exame Necroscópicos: Confirmação da causa (traumatismo por precipitação) e detalhamento das lesões, buscando lesões incompatíveis com a queda (ex: lesões pré-morte, como sinais de estrangulamento ou golpes).

Em seguida, a Física é usada para entender a dinâmica do evento, especialmente para determinar se a queda foi vertical (suicídio/acidente) ou se houve um impulso horizontal (homicídio/arremesso). Para isso é coletado os seguintes dados: altura ( $h$ ) = 60 m (altura da queda, aprox. 20 andares x 3 m). Distância horizontal ( $d$ ) = 4 m (distância do ponto de impacto ao perfil do prédio). Aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $9,8 \text{ m/s}^2$  (considerada constante, desprezando a resistência do ar).

#### Calculo de Tempo de Queda e Velocidade vertical

A queda livre é um movimento vertical uniformemente acelerado.

1. Cálculo do tempo de queda ( $t$ ): Utilizando a Eq. (19), e considerando a velocidade vertical inicial ( $V_{0y}$ ) nula, se a vítima apenas desequilibrou ou foi solta.

$$60 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2 \quad (55)$$

$$t^2 = 12,34 \quad (56)$$

$$t = 3,5 \text{ s} \quad (57)$$

Assim, a vítima levou 3,5 segundos para chegar ao solo.

## 2. Cálculo da Velocidade de Impacto Vertical (Vy):

Para a velocidade vertical no momento do impacto, utilizaremos da Eq.(25)

$$V_y = 0 + 9,8 \cdot 3,5 \quad (58)$$

$$V_y = 34,4 \text{ m/s} \quad (59)$$

## 3. Cálculo da Velocidade Horizontal Inicial:

Para o movimento horizontal é considerado uniforme, ou seja, sem aceleração horizontal. Utilizando a Eq. (22), temos que:

$$4 = V_{0x} \cdot 3,5 \quad (60)$$

$$V_{0x} = 1,14 \text{ m/s} \quad (61)$$

Velocidade horizontal com que a vítima deixou o prédio. Assim, a velocidade horizontal inicial foi bem significativa, isso implica que uma força horizontal atuou sobre o corpo, caracterizando um arremesso, semelhante a um homicídio.

Logo, após as realizações de exames periciais, e observações dos locais, pode-se concluir que a vítima foi encontrada com múltiplas fraturas, lesões internas e esfacelamento craniano, compatível com a morte por precipitação de grande altura. Em relação ao local de impacto, o corpo foi encontrado a uma distância horizontal de 4 metros do perfil vertical do edifício. O local de partida, a altura do ponto de partida ao ponto de impacto é de 60 metros. Foram encontradas marcas de arrasto no piso da cobertura e impressões digitais do suspeito, a uma altura acima daquela que a vítima alcançaria naturalmente.

Assim, a velocidade horizontal inicial calculada não é compatível com uma simples queda acidental por desequilíbrio ou com um suicídio em que a vítima apenas se inclina. A distância horizontal percorrida sugere a aplicação de um impulso horizontal significativo no momento da precipitação. As evidências no local, indicam

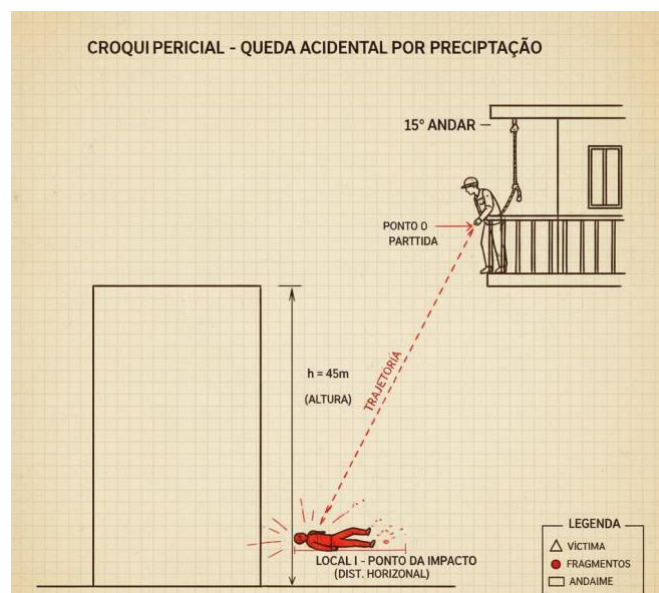
uma ação violenta no momento do arremesso da vítima.

Concluindo, assim, a causa da morte da vítima foi traumatismo por precipitação, em que a dinâmica do evento envolveu a aplicação de força horizontal no corpo da vítima, resultando em seu arremesso a 4,0 metros da base do edifício. O conjunto probatório físico e dinâmico, juntamente com os vestígios encontrados, sustenta tecnicamente a hipótese de homicídio.

## Caso 2

Um funcionário de manutenção estava trabalhando na reforma da fachada de um edifício. Ele estava desamarrando um andaime móvel quando, supostamente, perdeu o equilíbrio e caiu. O corpo foi encontrado no pátio interno do condomínio, muito próximo à parede do prédio.

Figura 9: croqui de uma morte por precipitação, decorrente de um acidente de trabalho



Fonte: gerada por ChatGBT, em 24 de setembro de 2025

Na primeira etapa da investigação, será realizado a preservação e isolamento do local, sendo de responsabilidade dos primeiros policiais que chegar naquele ambiente, o isolamento será feito imediatamente do local do ponto de impacto no solo e do local do ponto de partida, ou seja, onde o funcionário estava antes de cair, para evitar contaminação por curiosos ou outros funcionários. Na segunda etapa, é feito os exames e documentação do local do ponto de impacto, como registro fotográfico,

documentação da posição do corpo, lesões visíveis e vestígios. Fixação da distância horizontal entre o ponto de impacto e o perfil vertical do edifício. O corpo é encontrado praticamente junto à parede. Realizar o exame do cadáver, busca por lesões compatíveis com a queda, no qual busca-se a ausência de lesões de defesa ou luta prévias. Vestígios no solo, a concentração dos vestígios (sangue, fragmentos) é compacta, indicando uma queda predominantemente vertical. Após realizar a investigação no local do ponto de impacto, é feito os exames de documentação do local do ponto de partida. São realizados as vistorias e medições, como a medição da altura do ponto onde a vítima caiu até o impacto no solo. Equipamentos de segurança, é feito um exame minucioso dos equipamentos de segurança (cintos, cabos, travas, andaimes) para verificar: rompimentos ou desgastes, uso incorreto. Busca por marcas de óleo, graxa, ou ferramentas que indiquem que a vítima estava, de fato, trabalhando ativamente no local. Ausência de lutas, ou seja, ausência de marcas de arrastos ou impressões papilares de terceiros em locais que pudessem indicar coerção ou empurram.

Em uma quarta etapa é formulado uma hipótese, para que os peritos possam trabalhar em cima desse questão, na qual hipótese formulada é que tenha ocorrido um desequilíbrio pelo funcionário. Na quinta etapa é realizado os exames laboratoriais, exames toxicológicos, para verificar se a vítima estava sob efeito de alguma substância. Na sexta etapa, utilizando as leis e cálculos físicos para provar que o movimento horizontal foi insignificante, corroborando a hipótese de desequilíbrio. É coletado os seguintes dados:

Altura (h): 45 metros – medida do ponto de partida ao impacto (15 andares);

Distância horizontal (d): 0,5 metros – distância do impacto ao perfil do prédio;

Gravidade (g):  $9,8 \text{ m/s}^2$  – aceleração padrão da gravidade.

Para determinar o tempo de queda utilizaremos da Eq. (19), assim, temos que:

$$45 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2 \quad (62)$$

$$t^2 = \frac{45}{4,9} = 9,18 \text{ s}^2 \quad (63)$$

$$t = 3,03 \text{ s} \quad (64)$$

Para determinar a velocidade horizontal, utilizando a Eq. (22), e isolando a velocidade horizontal necessária, tem-se que:

$$V_{0x} = \frac{0,5}{3,03} \quad (65)$$

$$V_{0x} = 0,16 \text{ m/s} \quad (66)$$

Na sétima etapa é realizado a dinâmica do evento. A velocidade horizontal de 0,16 m/s é muito baixa, essa velocidade é facilmente atingida por um leve tropeço, desequilíbrio ou apenas o pequeno impulso inicial do corpo ao se afastar da parede no momento da queda. Este resultado físico comprova a hipótese de desequilíbrio ou perda de apoio, sendo incompatível com a aplicação de uma força intencional. Por fim, temos o resultado do laudo, com conclusão de que a análise dos vestígios no local do ponto de partida (15° andar) indicou que a vítima, um funcionário de manutenção, estava operando o equipamento de trabalho, no qual a perícia apontou uma falha no procedimento de desengate, como provável causa inicial. Confirmando a natureza involuntária do evento, no qual os cálculos demonstraram que o corpo deixou o edifício a uma velocidade horizontal inicial de 0,16 m/s. esta velocidade mínima é compatível com um simples desequilíbrio ou perda de apoio, e é incompatível com a aplicação de uma força intencional para arremesso. Conclui-se, portanto, que a precipitação da vítima foi de natureza acidental.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conceitualmente, o método científico é um conjunto de regras básicas com o objetivo de desenvolver novos conhecimentos e aprimorar ou corrigir os conhecimentos já existentes. Para isso se vale de etapas a serem seguidas, de questionamentos, de hipóteses, da experimentação, da absorção de descobertas, da sistematização do conhecimento adquirido e de conclusões.

A partir dos casos hipotéticos pode-se observar o quanto as leis da física é de suma importância para a área da perícia criminal. É através das mesmas que se pode analisar a dinâmica de um evento, a partir de cálculos que a mesma nos fornece. É através dessas equações que os peritos podem analisar desde a velocidade até o tempo de queda de um corpo, ou até mesmo a velocidade de impacto, todas as equações demonstradas no decorrer do texto, mostra o quanto a física está presente no cotidiano, e não apenas em sala de aula.

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, C. A. F. **O artigo 121 do Código Penal como caleidoscópio da política criminal brasileira. 2021.** Dissertação Mestrado em Direito, Universidade La Salle, Canoas, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11690/2249>. Acesso em: 29 julho 2025.

ALMEIDA, Lino Leite de. **Manual de perícias em acidentes de trânsito/** Lino Leite de Almeida; Alberi Espindula, coordenador. – 2. Ed. – Campina, SP: Millenium Editora, 2014.

BORGES, D; et al. Mortes violentas no Brasil: uma análise do fluxo de informações. Rio de Janeiro: LAV/UERJ, 2012. Pensando a Segurança Pública - Homicídios no Brasil: Registro e Fluxo de Informações. Brasília: **Senasp/Ministério da Justiça**, ed. 1, v. 1, p. 329-409, 2012.

CARVALHEIRO, Marcos Segale. **Produto Educacional Física Forense aplicado ao ensino da mecânica.** Maringá: UEM, 2018. Acesso em: 01 dez. 2020.

CERQUEIRA, D.; MOURA, R. Demografia e Homicídios no Brasil. In: CAMARANO, A. A. (Org.). **Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Ipea, 2014. 658 p. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_regime\\_de\\_mograflco.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_regime_de_mograflco.pdf). Acesso em: 15 agosto 2025.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Jose Gualter; BÔAS, Newton Vilas. **Física: volume 1.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Física 1.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 400 p.

ESPINDULA, Alberi. **Perícia criminal e cível: uma visão geral para peritos e usuários da perícia** /Alberi Espindula. – 4 ed. – Campinas, SP: Millenium Editora, 2013.

NEGRINI NETO, Osvaldo. **Dinâmica dos acidentes de trânsito: Análises e reconstruções.** Campinas, SP: Editora Millenium, 2003

PANTOJA, Helvio de Oliveira. **Acidentes de Tráfego.** Curso de formação de Perito Criminal, DPTC/PCRO, 2004

PEREIRA, Ivan Excalibur de A. **Manual de solicitação de Perícia...** [et al.] – Maceió: Imprensa Oficial Graciliano Ramos, 2019.

REIS, Albani Borges dos. **Metodologia científica** / Albani Borges dos Reis; Neide Maria de Oliveira Godinho, Ian Marques, colaboradores. – 3. Ed. – Campinas, SP. Millenium Editora, 2015.

RESNICK, R; HALLIDAY, D. **Física 1.** 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1983.

SILVA NETTO, Amilcar da Serra. **Manual de atendimento a locais de morte violenta: Investigação pericial e policial.** Campinas, SP: Millenium Editora, 2016.

SILVA JÚNIOR, A. L. RONDON FILHO, E. B. SILVA, J. B; VALENTE GOMES, P. J; SANDES, W. F. **Ciências Policiais**: conceito, objeto e método de investigação científica. (Org.) Azor Lopes da Silva Júnior. São Paulo: Editora HN, 2022.

TORCHETO, D. e ESPINDULA A., **Criminalística Procedimentos e Métodos**, 1 ed. Porto Alegre, 2005.

TONIETTO, Angela et al. **Qual o papel do perito criminal?**. Revista Brasileira de Criminalística, v. 2, n. 1, p. 5 - 6, 2013. Acesso em: 25 nov. 2020.

VELHO, Jesus Antonio. COSTA, Karina Alves. DAMASCENO, Clayton Tadeu Mota. **Locais de Crime**. Organizadores/autores. – Campinas, SP: Millenium Editora, 2013. ANDRADE, L. T.; DINIZ, A. M. A. A reorganização espacial dos homicídios no Brasil e a tese da interiorização. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, p. 171-191, 2013.

