

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**UMA NOVA ÓPTICA DAS PERÍCIAS CRIMINAIS EM  
ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA**

**MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES**

**ORIENTADOR: FELIPE VIGOLVINO LOPES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO INFORMÁTICA FORENSE E  
SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO**

**PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM – 629 A/16**

**BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO/2016**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**UMA NOVA ÓPTICA DAS PERÍCIAS CRIMINAIS EM  
ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA**

**MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA FORENSE E SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO.

APROVADA POR:

---

**FELIPE VIGOLVINO LOPES, Doutor, ENE/FT/UnB  
(ORIENTADOR)**

---

**ALCIDES LEANDRO DA SILVA, Doutor, ENE/FT/UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**JULIANO DE ANDRADE GOMES, Doutor, IC/PCDF  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 6 DE DEZEMBRO DE 2016.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

NAVES, MARCELO COUTINHO XAVIER

Uma Nova Óptica das Perícias Criminais em Acidentes Envolvendo Energia Elétrica

[Distrito Federal] 2016.

xxiii, 55 p., 297 mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Engenharia Elétrica, 2016).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Engenharia Forense 2. Ciências Forenses 3. Levantamento de Local 4. Choque Elétrico  
5. Criminalística

I. ENE/FT/UnB. II. Título (Série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

Naves, Marcelo Coutinho Xavier (2016). Uma Nova Óptica Das Perícias Criminais Em Acidentes Envolvendo Energia Elétrica, Dissertação de Mestrado, Publicação PPGENE.DM – 629 A/16, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 55p.

# **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Uma Nova Óptica das Perícias Criminais em Acidentes Envolvendo Energia Elétrica

GRAU/ANO: Mestre/2016.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Dissertação de Mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Do mesmo modo, a Universidade de Brasília tem permissão para divulgar este documento em biblioteca virtual, em formato que permita o acesso via redes de comunicação e a reprodução de cópias, desde que protegida a integridade do conteúdo dessas cópias e proibido o acesso a partes isoladas desse conteúdo. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES  
SPO, Conjunto A, Lote 23, Complexo da PCDF, Ed. Sede  
Instituto de Criminalística, Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente  
CEP 70.610-907 – Brasília – DF - Brasil

*Dedico este trabalho  
à minha esposa, Flávia de Amorim Oliveira e  
aos meus pais, Manoel Naves da Silva e  
Carmem Dolores Coutinho Xavier Naves.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha esposa Flávia Amorim, que há 20 anos me acompanha em cada passo que dou, dos mais fáceis aos mais difíceis. Nesse último desafio, de retorno à universidade que um dia me formou Engenheiro Eletricista, não foi diferente e todo seu amor, apoio e confiança foram fundamentais para a conclusão dos trabalhos.

Agradeço aos meus pais, Manoel e Carmem, e aos meus irmãos, Márcio, Dra. Ana Rita e Me. Laura Maria, por serem um suporte inequívoco durante toda minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Felipe Vigolvinho Lopes, pela confiança e amparo no início dos trabalhos e por todo o apoio e disponibilidade ao longo da jornada.

Agradeço à Universidade de Brasília, instituição onde me graduei e que, 10 anos depois, retorno para a nova titulação.

*Marcelo Naves*

## **RESUMO**

### **UMA NOVA ÓPTICA DAS PERÍCIAS CRIMINAIS EM ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA**

**Autor: MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES**

**Orientador: Felipe Vigolvino Lopes**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, setembro de 2016**

A busca pela autonomia da Criminalística brasileira resulta em um movimento natural de reaproximação com a Academia. Essa reaproximação implica na reformulação dos métodos existentes a fim de criar um respaldo científico das análises e conclusões do perito criminal. Considerando essa nova realidade, baseado em quatro casos concretos e em suas relações com pontos de atenção levantados pela comunidade internacional, discute-se nesse trabalho a metodologia de levantamentos de locais de acidentes envolvendo energia elétrica pela Perícia Criminal da Polícia Civil do DF. Por fim, são apresentadas as adaptações necessárias para que os levantamentos periciais se adequem às melhores práticas e recomendações internacionais.



## **ABSTRACT**

### **A NEW POINT OF VIEW FOR ELECTRICAL ACCIDENT SCENE INVESTIGATION**

**Author: MARCELO COUTINHO XAVIER NAVES**

**Supervisor: Felipe Vigolvino Lopes**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, september 2016**

In its move towards autonomy, the Brazilian Criminalistics are getting closer to the Academy. The approximation between these two areas is of vital importance for the scientific bases improvement of forensic sciences, giving crime scene investigators the fundamentals of the scientific method. This work discusses, throughout four real cases and their relation with points of concerns indicated by the international community, the current methodology used by the *Polícia Civil do DF* during electrical shock accidents investigations. Finally, the required adaptations to the crime scene investigation procedures are presented for the procedures to comply with the best practices and international recommendations.

# SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>POLÍCIA CIVIL DO DISTRITO FEDERAL .....</b>	<b>1</b>
1.1.1.	INSTITUTO DE CRIMINALÍSTICA .....	1
1.1.2.	SEÇÃO DE ENGENHARIA LEGAL E MEIO AMBIENTE .....	2
<b>1.2.</b>	<b>CRIMINALÍSTICA .....</b>	<b>2</b>
1.2.1.	ENGENHARIA FORENSE .....	3
<b>1.3.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.</b>	<b>ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA E A CIÊNCIA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.</b>	<b>A CADEIA DE CUSTÓDIA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.</b>	<b>A TESTEMUNHA OCULAR.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.</b>	<b>O ENGENHEIRO GENERALISTA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.</b>	<b>LEIS E NORMAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6.</b>	<b>COMPARATIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.</b>	<b>ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA .....</b>	<b>12</b>
3.1.1.	CAUSAS DOS ACIDENTES.....	15
<b>3.2.</b>	<b>CHOQUE-ELÉTRICO .....</b>	<b>15</b>
3.2.1.	EFEITOS FISIOLÓGICOS DA CORRENTE ELÉTRICA .....	16
3.2.2.	IMPEDÂNCIA DO CORPO HUMANO .....	17
<b>3.3.</b>	<b>MÉTODO CIENTÍFICO.....</b>	<b>18</b>
3.3.1.	METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE LOCAL .....	19
<b>4.</b>	<b>ESTUDOS DE CASOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.</b>	<b>ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO UMA CERCA ELÉTRICA IMPROVISADA .....</b>	<b>20</b>

4.2.	ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO UMA CERCA DE ARAME FARPADO .....	24
4.3.	ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	26
4.4.	CERCA DE ARAME COM TENSÃO INDUZIDA .....	30
5.	CONSIDERAÇÕES PERTINENTES .....	33
5.1.	A APLICAÇÃO DO MÉTODO CIENTÍFICO .....	33
5.2.	A IMPORTÂNCIA DA ENTREVISTA DAS TESTEMUNHAS OCULARES .....	33
5.3.	DA UTILIZAÇÃO DE CÓDIGOS E NORMAS TÉCNICAS .....	34
5.4.	A IMPORTÂNCIA DA CADEIA DE CUSTÓDIA .....	35
6.	CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 – Associação dos pontos relevantes durante o levantamento de um local de acidente envolvendo energia elétrica e os autores que trataram do assunto.....	11
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 – Número de acidentes nas Redes Elétricas brasileiras. Fonte: ABRADDEE. ....	13
Figura 3-2 – Evolução do número de acidentes envolvendo energia elétrica. Casos atendidos pela PCDF. ....	14
Figura 3-3 – Limiares de corrente elétrica e seus respectivos efeitos patofisiológicos (IEC, 2005).....	17
Figura 4-1 – Gradil metálico de proteção dos fundos do lote com destaque para o arame liso. ....	21
Figura 4-2 – Destaque para o ponto de fixação, por meio de parafuso metálico, do cabo flexível ao segmento de arame. ....	21
Figura 4-3 – Destaque para uma das extremidades do cabo flexível, a qual contava com um plugue de dois polos. ....	22
Figura 4-4 – Detalhe do arame liso com impregnação de tecido epitelial e epidérmico. ....	23
Figura 4-5 – Derivações da rede de distribuição de energia elétrica sobre a cerca de arame farpado.....	24
Figura 4-6 – Detalhe das emendas recentes e desprotegidas em uma das derivações da rede de distribuição de energia elétrica da fazenda.....	26
Figura 4-7 – Fachada do edifício examinado paralela à rede primária de distribuição. ....	27
Figura 4-8 – Parte inferior de uma das botas com queimaduras que extravasaram o solado de borracha. ....	27
Figura 4-9 – Croqui ilustrativo das distâncias de afastamento entre a rede aérea e a fachada do edifício.....	29
Figura 4-10 – Porteira metálica que funcionava como uma chave do circuito criado pela cerca energizada, interrompendo-o quando se encontrava aberta. ....	31
Figura 4-11 – Nó do circuito-cerca onde se via 4 derivações formando diversas malhas.....	31

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

AEEE	Acidente Envolvendo Energia Elétrica
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CEB	Companhia Energética de Brasília
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CPP	Código de Processo Penal
IC	Instituto de Criminalística
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
MTE	Ministério do Trabalho e do Emprego
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NR	Norma Regulamentadora
NTD	Norma Técnica de Distribuição
PCDF	Polícia Civil do Distrito Federal
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SCPe	Seção de Crimes Contra a Pessoa
SELMA	Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente
SENASP	Secretaria Nacional de Segurança Pública

## **1. INTRODUÇÃO**

A fim de contextualizar o trabalho, apresentar sua relevância e justificá-lo, neste capítulo são apresentadas algumas informações e conceitos fundamentais relacionados ao tema em estudo. Dentre essas informações destaca-se a descrição do principal agente no levantamento e processamento dos locais associados a acidentes envolvendo energia elétrica, bem como o conceito e uma breve história da Criminalística, na qual inclui-se a Engenharia Forense.

### **1.1. POLÍCIA CIVIL DO DISTRITO FEDERAL**

A Polícia Civil do Distrito Federal (PCDF) é um órgão que possui sua estrutura tal qual existe atualmente desde o ano de 1965, e foi estabelecida durante o governo de Castelo Branco. O órgão é dirigido por delegados de polícia de carreira e tem como função principal exercer as funções de polícia judiciária e a apuração de infrações penais, exceto as militares, conforme estabelecido na Constituição Federal (BRASIL, 1988).

O organograma da PCDF conta com a Direção Geral da Polícia Civil (DGPC), a qual abarca diversos departamentos, dentre eles o Departamento de Polícia Técnica (DPT). O referido Departamento, por sua vez, conta com quatro Institutos, sendo de especial interesse para esse trabalho o Instituto de Criminalística (IC).

#### **1.1.1. Instituto de Criminalística**

O Instituto de Criminalística é responsável pelo exame da materialidade do delito, produzindo provas materiais a partir de vestígios encontrados no local de crime por meio de técnicas e metodologias científicas. Essa atividade é realizada por profissionais que hoje compõem a polícia técnico-científica com o intuito de interpretar esses vestígios encontrados e fornecer elementos materiais para a instrução de inquéritos policiais e outros procedimentos de investigação. Mais especificamente, os peritos criminais apresentam suas conclusões acerca de um fato delituoso por meio de um laudo técnico, que viabilize um melhor entendimento dos ocorridos investigados. Cabe ressaltar que, essa carreira é típica na estrutura de uma polícia técnico-científica, cuja autonomia técnica, científica e funcional é assegurada (BRASIL, 2009).

Por razões organizacionais, o IC da PCDF é composto por diretorias e suas respectivas seções. Dentro da Direção de Perícias Externas encontra-se a Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente (SELMA), responsável pelo atendimento de local e exames a serem discutidos nesta dissertação.

### **1.1.2. Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente**

A Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente tem a função de realizar perícias de locais de crimes que envolvam conhecimentos da área de Engenharia ou que tenham relevância ambiental. Também é função da seção prover as demais seções do IC com suporte especializado, quando esse se faz necessário em locais que não sejam originalmente de responsabilidade da SELMA.

De especial interesse deste trabalho, destaca-se, dentre os diversos tipos de exame de responsabilidade da seção, o levantamento de locais de acidentes envolvendo energia elétrica (AEEE). Na maioria desses locais, os acidentes têm relação com choque-elétrico, fatais e não-fatais. Há, ainda, exames de furto de energia elétrica e sinais de TV, adulteração de equipamentos medidores de consumo, vícios e falhas de fabricação de produtos eletroeletrônicos, e diversos outros. Os exames e metodologias decorrentes da análise de acidentes envolvendo choque elétrico servirão de subsídio para esta dissertação.

## **1.2. CRIMINALÍSTICA**

A Criminalística tem como *pai* o austríaco e Doutor em Direito Hans Gross, que, no final do século XIX, propôs que a ciência fosse utilizada na solução de crimes (DOREA; STUMVOLL; QUINTELA, 2003). Os seus trabalhos, enquanto professor de algumas universidades europeias, ajudaram na consolidação de conceitos que ainda hoje fundamentam a Criminalística. No início do século XX, em 1909, na França, foi fundado *L'Institut de Police Scientifique de Université de Lausanne*, a primeira escola de polícia científica do mundo (UNIVERSITY OF LAUSANNE, 2016).

Embora sua origem remonte à Academia, a Criminalística, durante sua fase de consolidação, afasta-se da universidade tornando-se uma atividade policial. No caso do Brasil, a Criminalística passou a ser tutelada pelas instituições policiais logo em suas primeiras décadas de existência, exercendo suas atividades quase que totalmente



desvinculadas da produção de saber das universidades (GARRIDO; GIOVANELLI, 2009). Esses desdobramentos históricos da Criminalística brasileira levaram a um natural distanciamento entre a Academia e o processo de construção do conhecimento durante os levantamentos de locais de crime. Atualmente, segundo o último levantamento da Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) (2012), a atividade pericial é na maior parte desvinculada das forças policiais, vinculando-se diretamente às Secretarias de Segurança Pública. Apesar de o levantamento mostrar que ainda restam 11 estados onde as perícias integram a estrutura da Polícia Civil, é possível perceber um movimento em direção à autonomia dos Institutos de Criminalística.

### **1.2.1. Engenharia Forense**

Robert Nabours (2008) define a Engenharia Forense como a aplicação dos princípios da Engenharia e de metodologia na formulação de respostas a questionamentos relacionados a um fato que possa ter desdobramentos legais. O autor ainda ressalta que, apesar de, via de regra, um perito criminal utilizar o seu conhecimento e observações de local para persuadir as autoridades legais e demais agentes imediatos quanto às causas de um acidente ou falha que tenha levado a danos físicos ou materiais, nem todo acidente ou falha tem necessariamente desdobramentos legais. Nessa circunstância, as conclusões de um perito criminal, no caso específico de um engenheiro forense, podem ser utilizadas tão somente para promover a segurança do trabalho ou melhorar a performance, segurança ou vida útil de um equipamento, sem qualquer implicação legal.

## **1.3. OBJETIVO**

Como salientado até então, os desdobramentos históricos da Criminalística brasileira levaram a um certo distanciamento entre a Academia e os procedimentos de levantamento de locais de crime. Estudos, a exemplo do apresentado no relatório elaborado pela *National Academy of Sciences* dos EUA (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009), apontam como cenário ideal a independência dos órgãos periciais em relação às forças policiais. Esse mesmo relatório ainda relaciona recomendações para que seja aprimorada a base científica dos exames forenses e para que a independência dos órgãos periciais seja consolidada. No Brasil, ao menos três Propostas de Emendas Constitucionais (PECs) incluem a perícia criminal federal e a as perícias criminais dos

---

estados e do Distrito Federal como órgãos de segurança pública autônomos (PEREIRA, 2009; PIMENTA, 2010; LOPES, 2015). Dessa forma, segundo o relatório das referidas PECs, a independência técnico-científica, financeira e administrativa representaria melhorias na apuração das infrações penais pelas polícias judiciárias, na medida em que aquele órgão delas desvinculado teria seus resultados questionados à luz da metodologia que aplicassem, e não de sua fonte geradora.

Nesse contexto, é razoável imaginar uma natural reaproximação da perícia criminal com a Academia, de forma a validar suas técnicas e procedimentos, substanciar cientificamente suas conclusões, dentre diversas outras interações construtivas. Por isso, este trabalho tem como objetivo avaliar, sob a óptica científica, o método heurístico fundamentado na Seção de Engenharia Legal e Meio Ambiente do Instituto de Criminalística da Polícia Civil do DF, especificamente nos acidentes envolvendo energia elétrica, além de confrontar alguns dos procedimentos e práticas utilizados com aqueles recomendados pela comunidade internacional.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são apresentados cinco temas que se mostraram recorrentes quando a comunidade internacional discorre sobre a perícia de acidentes envolvendo energia elétrica. Esses temas serão retomados no Capítulo 4, ocasião em que serão apresentados os estudos de caso, a fim de entender sua adequação e pertinência nas perícias realizadas pelo Instituto de Criminalística da PCDF.

### 2.1. ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA E A CIÊNCIA

O ponto fundamental do trabalho, como exposto, é criar uma abordagem a locais de acidentes envolvendo energia elétrica, de acordo com os preceitos da metodologia científica. Dessa forma, o trabalho afasta os peritos criminais que atuam nesse tipo de acidente do pragmatismo e empirismo, substituindo-os por linhas de condutas universais, enraizadas no meio acadêmico. A *National Fire Protection Association* (NFPA) (2011), uma organização norte-americana que cria normas e padrões de atendimento a acidentes envolvendo fogo, energia elétrica, dentre outros perigos, define o método científico como sendo a busca sistemática pelo conhecimento, englobando o reconhecimento e a formulação de um problema, a coleta de dados através da observação e experimentação, bem como a formulação e teste de uma hipótese.

O método proposto pela NFPA oferece uma linha geral para a condução do levantamento de local, em qualquer tipo de investigação, além de permitir que qualquer hipótese decorrente da observação e experimentação possa ser adequadamente avaliada antes que uma conclusão final acerca do acidente seja definida. A NFPA, em sua norma de nº 921, demonstra que o método científico pode ser aplicado seguindo seis passos, sendo eles: A – identificar o problema; B – definir o problema; C – coletar dados; D – analisar os dados usando raciocínio indutivo; E – desenvolver uma hipótese; e F – testar a hipótese usando raciocínio dedutivo. Esses passos, de forma geral, servem para nortear a ação do perito criminal na avaliação de um local de AEEE. Conforme apontado por Robert Alonzo (2003), esses procedimentos básicos são os mesmos, independentemente do tamanho do evento. Porém, o escopo e a magnitude da investigação serão definidos pela sua complexidade e pela dimensão dos danos decorrentes dele.

Embora Michael Morse (2012) não discorra sobre a metodologia científica durante o levantamento de um local de AEEE, o autor argumenta que após todos os vestígios e elementos materiais terem sido levantados pelo perito criminal, resta a esse profissional o desenvolvimento de teorias que respondam às dúvidas relativas ao evento. Entretanto, algumas vezes, certas dúvidas não poderão ser respondidas, de modo que o perito criminal deverá trabalhar com explicações alternativas e a probabilidade de cada uma delas. Assim, o objetivo do trabalho pericial passa a ser a apresentação de um cenário mais provável, sem o prejuízo da adequada aplicação da metodologia científica.

A *American Society for Testing and Materials (ASTM) International* (2004), uma organização para definição de consensos de padrões técnicos, dá importante significância à metodologia científica na reconstrução de um AEEE. Em sua norma para investigação de acidentes, a organização, além de definir procedimentos a serem adotados quando da chegada da equipe técnica, em ordem cronológica, mostra a relevância dos vestígios materiais levantados pelo perito criminal logo nos primeiros momentos após o acidente. Esses vestígios são fundamentais na determinação das causas do acidente e no planejamento de iniciativas que possam evitar futuros acidentes.

## **2.2. A CADEIA DE CUSTÓDIA**

No Código de Processo Penal (CPP) (BRASIL, 1941), escreve-se em seu Artigo 6º, que a autoridade policial, logo que tiver conhecimento da prática da infração penal, deverá dirigir-se ao local, providenciando para que não se altere o estado das coisas, até a chegada dos peritos criminais. Entretanto, embora o referido código não aborde o tema diretamente, há consenso de sua aceitação no meio jurídico e policial, nacional e internacional, definindo a importância da cadeia de custódia.

A Secretaria Nacional de Segurança Pública (2013) definiu em seu documento “Procedimento Operacional Padrão – Perícia Criminal” a cadeia de custódia como sendo a sistemática de procedimentos que visa à preservação do valor probatório da prova pericial caracterizada. Em seu Diagnóstico da Perícia Criminal no Brasil, a SENASP (2012) discorre mais sobre a cadeia de custódia dos vestígios, definindo-a como essencial para a validação da prova técnica, uma vez que possibilita a rastreabilidade do vestígio, assegurando o vínculo entre o material periciado e o fato investigado. O mesmo documento mostra que a ausência de norma específica em relação ao tema não impediu

que a atividade pericial brasileira construísse procedimentos relativamente consistentes com a importância e conceitos da cadeia de custódia.

Entretanto, junto à comunidade científica internacional, onde o assunto já foi mais amplamente discutido, surgem preocupações novas ainda não avaliadas pela SENASP e não constante em seus relatórios. Robert Alonzo (2003) traz a atenção para testes destrutivos de vestígios coletados em local de AEEE. Segundo ele, ainda que respeitada a cadeia de custódia, alguns testes que possam impossibilitar a contraprova devem ser cuidadosamente planejados e não devem ser conduzidos de forma discricionária por quem detém a custódia do vestígio. A realização de testes destrutivos ou que impossibilitem que o vestígio retorne ao seu estado original só devem ser conduzidos com a anuência de todas as partes interessadas, ou seja, não só do perito criminal, mas também do proprietário do vestígio, das vítimas e de eventuais advogados envolvidos no litígio.

Michael Morse (2012) ressalta preocupação semelhante ao defender uma meticulosa cadeia de custódia para qualquer elemento material retirado de um local de AEEE. Dessa forma, é possível garantir que todas as partes interessadas no acidente tenham amplo e justo acesso aos vestígios, realizando suas próprias investigações e tirando suas próprias conclusões quanto às causas do acidente. Allan Magee e Michael Hiitel (2001) dão um passo a mais quando igualmente defendem não somente o justo acesso ao local de crime e seus vestígios, mas também apontam que a responsabilidade em identificar as partes interessadas e em conduzir os exames adequadamente é do perito criminal que realiza o levantamento de local.

### **2.3. A TESTEMUNHA OCULAR**

O Procedimento Operacional Padrão da Perícia Criminal proposto pela SENASP (2013) recomenda que os componentes da equipe pericial evitem contatos com os envolvidos, acusados, testemunhas, parentes, advogados, conhecidos, policiais não afetos à investigação, órgãos de imprensa e outros. Essa recomendação é típica nos cursos de formação de peritos criminais nas mais diversas academias de polícias civis do Brasil, tornando o tema próximo a um consenso na comunidade pericial brasileira. Todavia, Robert Nabours (2008) destaca a importância da avaliação dos depoimentos das testemunhas oculares pelo engenheiro forense. Segundo ele, essas informações devem

retroalimentar as hipóteses identificadas e não devem ser descartadas simplesmente por não se adequarem às hipóteses.

Allan Magee e Michael Hittel (2001) também destacam a importância de se realizar uma correta identificação das possíveis testemunhas oculares e de se conduzir uma adequada entrevista acerca dos fatos observados. Os autores apontam vantagens e desvantagens na condução imediata de uma entrevista ainda no local de acidente. Dentre as vantagens, destacam-se a disponibilidade imediata das testemunhas, as quais, dada a recentidade do evento, têm as lembranças ainda recentes em suas memórias. Em contrapartida, como desvantagem, tem-se que o próprio local do acidente pode ser distrativo, sugestionando informações irreais, o que pode conduzir a investigação em uma direção incorreta.

A Norma E2345-04 (ASTM, 2004) elenca, dentre os procedimentos a serem adotados em um levantamento de local de AEEE, a identificação, o registro e a entrevista não somente das testemunhas oculares presentes durante o acidente, mas também dos companheiros de trabalho e supervisores da vítima, além de eventuais técnicos de segurança do local.

#### **2.4. O ENGENHEIRO GENERALISTA**

Um ponto destacado em artigos sobre Engenharia Forense é a expectativa de que o profissional da área tenha, naturalmente, especialização na área correlata ao tipo de acidente investigado. Michael Morse (2012) inclusive defende que nenhum exame pericial deve ser conduzido por um engenheiro forense que, em sua avaliação, identifique que o caso investigado possua elementos que estejam fora da abrangência de sua especialização. Essa avaliação deve ser criteriosa, pois o perito criminal deve estar preparado para ser arguido sobre suas conclusões por especialistas da área perante o juiz ou o tribunal de júri do caso.

A capacidade de reconhecimento das limitações de seu conhecimento, de sua experiência e de seu treinamento, segundo Robert Nabours (2008), é fundamental no trabalho de um engenheiro forense. Essa capacidade é potencializada quando o engenheiro, ainda que especializado, é generalista, tendo conhecimento prático de diversas outras áreas do conhecimento humano e da ciência. A generalidade, ou *comprehensiveness* como ele chama, pode dar ao perito criminal agilidade na

identificação da necessidade de envolvimento de especialistas de outras áreas para a realização de um levantamento de local em conjunto.

## **2.5. LEIS E NORMAS**

Pela natureza técnica do assunto e sua especificidade, as questões técnico-operacionais relativas à prática e ao exercício da Engenharia não são regulamentadas por lei. O Estado, de acordo com a Lei nº 5.194 de 24 de dezembro de 1966 (BRASIL, 1966), delegou a regulamentação e a fiscalização da profissão aos conselhos federal e regionais de Engenharia de forma que, de interesse técnico-pericial, restam poucas leis que norteiem ou fundamentem tecnicamente o trabalho do engenheiro forense durante o levantamento de local. É evidente que as atribuições e responsabilidades do perito criminal são definidas por lei, como apresentado no Código de Processo Penal. Porém, não há definições específicas ao caso do perito criminal na condição de engenheiro forense.

Todavia, embora a atuação do engenheiro forense e suas atividades não tenham diretrizes legais ou normas específicas, outras carreiras de interesse pericial para o engenheiro forense tiveram a referida normatização delegada aos respectivos conselhos, sendo outras delegadas ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). O órgão, conforme é expresso na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (BRASIL, 1943), deve, nos limites de sua competência, estabelecer normas regulamentadoras sobre a aplicação de medidas de segurança no ambiente de trabalho. Essas Normas Regulamentadoras (NRs) são de fundamental importância para o engenheiro forense, pois elas condicionam as atividades laborais a limites de segurança. Os limites definidos, quando descumpridos, terão penalidades impostas ao empregado ou empregador, de acordo com o caso específico. Assim, embora as NRs não normatizem o trabalho do engenheiro forense, elas servem como um balizador para que, uma vez definida a causa de um determinado acidente, o perito criminal possa confrontar os elementos materiais levantados no local com os limites definidos em norma a fim de discutir responsabilidade e culpa.

Dentre as diversas Normas Regulamentadoras, destaca-se, para fins de levantamento de local de acidente envolvendo energia elétrica, a NR-10. Segundo a própria norma, seu objetivo primeiro é:

Esta Norma Regulamentadora (NR) estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (MTE, 1978).

Entretanto, não somente as NRs norteiam o trabalho do engenheiro forense. Para auxiliar no levantamento de local de AEEE e na definição da causa do acidente, o engenheiro forense deve ser capaz de identificar também os padrões e códigos da indústria, as melhores práticas ou aquelas recomendadas para a dada circunstância, além de outras regulamentações governamentais que possam ser úteis (ALONZO, 2003). Nesse sentido, a ASTM *International* (2004) alerta para a importância não somente dos documentos de amplo acesso associados à atividade examinada, mas também para aqueles associados estritamente ao caso concreto investigado como, por exemplo, os procedimentos e registros de manutenção e teste do aparelho ou equipamento envolvido no evento.

Logo, é importante lembrar que diversos acidentes envolverão diferentes e os mais variados documentos de suporte para a investigação, sendo de responsabilidade do engenheiro forense identificar aqueles necessários para a correta e adequada realização da perícia.

## **2.6. COMPARATIVO**

Os cinco temas associados ao levantamento de locais de AEEE discutidos ao longo deste capítulo são apresentados na Tabela 2.1, onde são relacionados temas e autoria de trabalhos significativos no contexto dos estudos ora propostos. Esses temas são revistos ao analisar quatro casos reais apresentados no Capítulo 4.



Tabela 2.1 – Associação dos pontos relevantes durante o levantamento de um local de acidente envolvendo energia elétrica e os autores que trataram do assunto.

Tema Autor	Metodologia Científica	Testemunha Ocular	Cadeia de Custódia	Utilização de Leis e Normas	Engenheiro Generalista
R. Alonzo	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
NFPA	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
R. Nabours	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>
A. Magee M. Hittel		<b>X</b>	<b>X</b>		
M. Morse			<b>X</b>		<b>X</b>

### 3. DESENVOLVIMENTO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. ACIDENTES ENVOLVENDO ENERGIA ELÉTRICA

Geraldo Kindermann (1995) define o choque elétrico como sendo a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica. A eletroplessão, por sua vez, é apresentada por Malthus Galvão (GALVÃO, 2016) como sendo o dano corporal com ou sem êxito letal, provocado pela ação de corrente elétrica artificial nos seres vivos. Dessa forma, conclui-se que a eletroplessão é um tipo específico de choque elétrico, o qual difere-se da fulguração e da fulminação, sendo esses danos corporais causados pela eletricidade natural, ou seja, descarga elétrica atmosférica, sendo a fulguração letal e, a fulminação, não letal.

Este trabalho discute alguns casos de eletroplessão, que é o tipo de choque elétrico mais comum para a Criminalística, pois é decorrente de eletricidade artificial, comumente presente em ambientes industriais e domésticos. É importante salientar que, apesar dos AEEEs não serem um dos tipos mais frequentes de acidentes de trabalho, esse tipo é desproporcionalmente mais fatal quando comparado com os demais (CAWLEY; HOMCE, 2003).

Estudos nacionais e norte-americanos mostram que esse tipo de ocorrência tem tido uma tendência de queda ao longo dos últimos anos. A Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) mostra que houve uma redução de cerca de 26% dos acidentes nas redes elétricas brasileiras entre os anos de 2001 e 2014. Essa taxa de diminuição durante o período equivale a uma queda anual de cerca de 1,55%. Os números, apresentados na Figura 3-1, consideram os AEEEs fatais e não-fatais envolvendo somente as redes de distribuição. Logo, se considerados também os AEEEs domésticos, espera-se números ainda maiores. A tendência de queda é também verificada nos dados disponíveis no *U.S. Bureau of Labor Statistics* (BLS), consolidado e analisado por Floyd no ano de 2014 (2014).

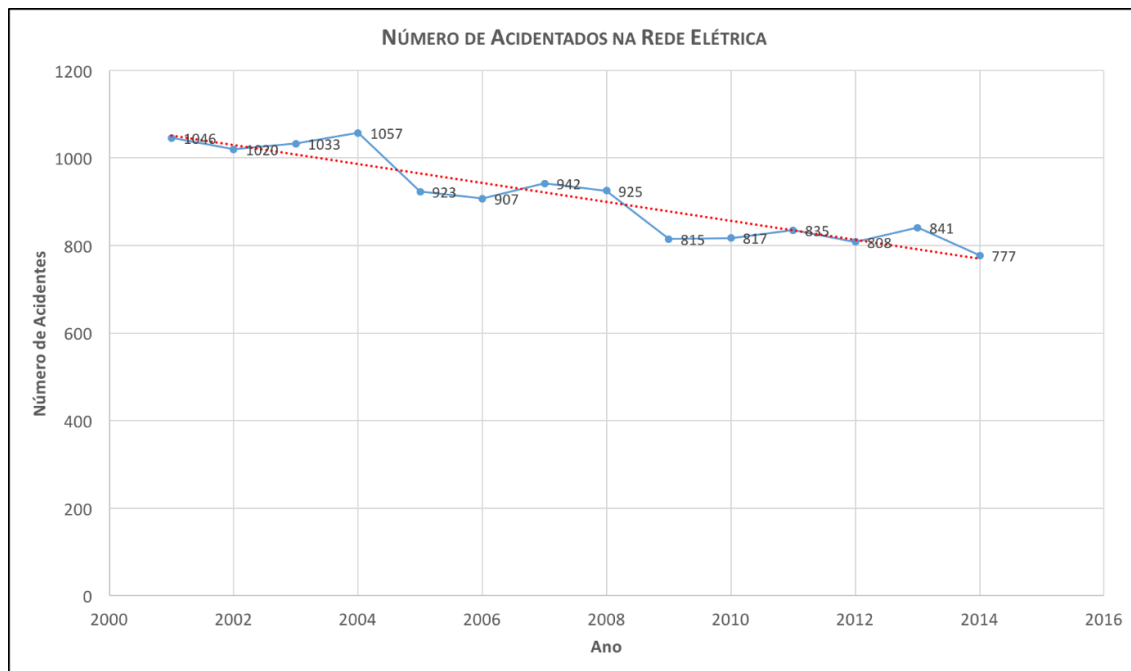


Figura 3-1 – Número de acidentes nas Redes Elétricas brasileiras. Fonte: ABRADDEE.

No Distrito Federal, percebe-se uma tendência de queda semelhante àquela identificada pela ABRADDEE. Nesse caso, foram consideradas as ocorrências, fatais e não-fatais, de acidentes envolvendo energia elétrica que tiveram seus levantamentos de locais de acidente a cargo da equipe pericial da SELMA. Ressalta-se que, ao contrário da abordagem da ABRADDEE, no caso da PCDF foram computados tanto os acidentes de trabalho quanto os domésticos, todos os quais, de alguma forma, tiveram desdobramentos que exigiram o envolvimento da Polícia Civil do Distrito Federal e, conseqüentemente, da perícia criminal. Essa tendência de queda é mostrada na Figura 3-2. Em ambas as figuras, o tracejado em vermelho representa a tendência calculada a partir de um modelo de regressão linear utilizando o Método dos Mínimos Quadrados.

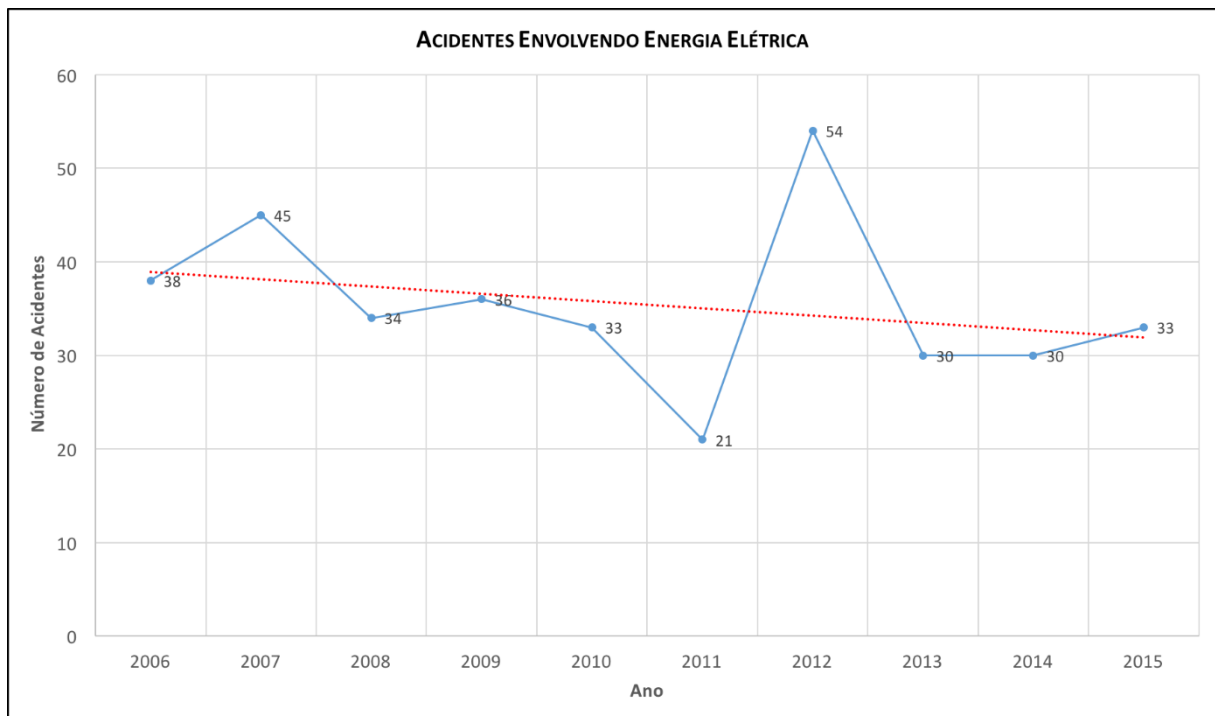


Figura 3-2 – Evolução do número de acidentes envolvendo energia elétrica. Casos atendidos pela PCDF.

Na Europa, mais especificamente na Finlândia, um país que em escala global possui um alto nível de segurança elétrica, conta com legislação específica acerca do nível de educação formal obrigatória aos profissionais que lidem com energia elétrica. Ainda assim, notou-se que o número de AEEEs reportados às autoridades se manteve constante durante a primeira década desse século, ao contrário do que foi verificado no Brasil e nos EUA (TULONEN, 2010). As evidências encontradas por Hintikka (2007 apud TULONEN, 2010) indicam que diversos acidentes deixam de ser devidamente registrados no país, especialmente os de menor gravidade, sugerindo que há um número ainda maior deles do que as estatísticas apontam. Dentre as causas prováveis apontadas pelos autores para a ausência de alguns registros, destaca-se a não obrigatoriedade de registrar acidentes que não causem lesões graves ou grande interrupção do trabalho. Nesses casos, o registro e relatório têm caráter espontâneo e voluntário.

Negligenciar o relato formal de acidentes elétricos é um fenômeno mundial, conforme aponta a pesquisa realizada por Tkachenko et al. (1999). A referida pesquisa mostrou que 97% dos eletricitistas profissionais admitiram terem sofrido ou testemunhado um choque elétrico durante o trabalho. Entretanto, apenas lesões evidentes, perda de consciência ou parada cardíaca foram vistas como consequências que demandem atendimento médico. Os resultados da pesquisa ainda mostraram que a percepção dos

profissionais da área é de que acidentes elétricos são, na maioria das vezes, culpa deles mesmos, resultados da incompetência, o que pode contribuir para que haja relutância em informar e relatar alguns acidentes.

### **3.1.1. Causas dos Acidentes**

A análise dos acidentes elétricos atendidos pela PCDF aponta que a maioria deles ocorre pela omissão de certos procedimentos de segurança. Entretanto, as causas marginais, aquelas que levaram o profissional a omitir determinado procedimento de segurança, não são sempre levantadas devido à ausência de elementos materiais que possam subsidiar uma eventual conclusão. Essa análise exige a avaliação de elementos subjetivos, tais quais entrevistas com a vítima e testemunhas, reforçando a importância da testemunha ocular apresentada no Capítulo 2.3 desta dissertação. Do ponto de vista criminal e pericial, a investigação dos acidentes normalmente não vai muito além das causas imediatas ou aparentes, pois não é atribuição da polícia judiciária questionar práticas que busquem a eliminação ou mitigação das causas marginais a fim de prevenir novos acidentes. Ressalta-se, todavia, que órgãos como o Ministério do Trabalho e Emprego pode ter acesso aos resultados e conclusões dos exames dos engenheiros forenses e, a partir desses achados, atualizar as Normas Regulamentadoras pertinentes.

## **3.2. CHOQUE-ELÉTRICO**

Do ponto de vista normativo brasileiro, a NBR IEC 60050 (ABNT, 1997) também apresenta uma definição de choque elétrico, semelhante àquela apresentada por Kindermann (1995). Assim, de acordo com a norma, o choque elétrico é o efeito patofisiológico que resulta da passagem de uma corrente elétrica através de um corpo humano ou de um animal. É importante observar que para uma dada corrente elétrica que cruza um determinado caminho no corpo humano, os riscos existentes para a vítima estão diretamente associados à magnitude da corrente e ao tempo de exposição da vítima (IEC, 2005). O valor da corrente elétrica que passa pelo corpo humano sujeito ao choque elétrico e seus efeitos depende, principalmente, da tensão de toque (ou tensão de contato) à qual a pessoa é submetida. Todavia, nesse caso, corrente e tensão não são lineares, pois dependem da impedância do corpo humano. Essa, por sua vez, varia devido a diversos fatores, como o caminho da corrente elétrica, a tensão de toque, a duração do fluxo da

corrente, a frequência, o nível de hidratação da pessoa, a superfície de contato, a pressão exercida no contato e a temperatura.

### **3.2.1. Efeitos Fisiológicos da Corrente Elétrica**

Acidentes fatais em baixas tensões, de 120-240V, têm a causa da morte usualmente atribuída a uma das três seguintes causas (BERNSTEIN, 1983):

- Fibrilação ventricular, sendo a mais comum;
- Parada respiratória;
- Asfixia.

Bernstein (1983) salienta também que, a depender do tipo de contato que a vítima faça com a massa sob tensão e da corrente elétrica decorrente do contato, a morte pode ocorrer em circunstâncias que não resultam em queimaduras elétricas ou em outros achados determinantes na autópsia. Logo, nessas circunstâncias, o papel do perito criminal de local é fundamental, pois o seu levantamento pode ser a única forma de materialização da causa da morte.

As três reações fisiológicas são elencadas por serem as mais comumente fatais. Todavia, existem outras reações, cuja severidade aumenta à medida que a corrente elétrica também aumenta. O Comitê Técnico do IEC (2005) redigiu a série IEC 60479 descrevendo as diversas reações, com destaque para o documento IEC 60479-1, o qual relata os efeitos fisiológicos da passagem de corrente elétrica alternada em frequências entre 15 Hz e 100 Hz, mostrado na Figura 3-3. Esse é o cenário relacionado à maioria dos acidentes, pois é o tipo de corrente mais utilizada em instalações de baixa tensão no Brasil.

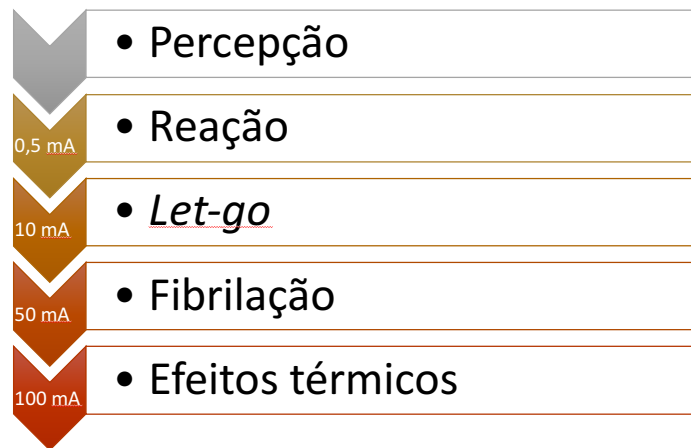


Figura 3-3 – Limiares de corrente elétrica e seus respectivos efeitos patofisiológicos (IEC, 2005).

O documento da referida série do IEC apresenta diversos limiares de corrente elétrica a partir dos quais há uma mudança do tipo de reação sofrida durante o choque elétrico. O primeiro limiar é o da percepção, a partir do qual a pessoa submetida é capaz de identificar a passagem de corrente por qualquer que seja a sensação, como por exemplo, um formigamento incômodo. O segundo é o da reação, que define o valor de corrente mínimo para que haja uma contração muscular involuntária. O terceiro limiar é o do *let-go*, definindo um valor máximo de corrente na qual, a pessoa sofrendo o choque ainda seja capaz de, voluntariamente, soltar o objeto energizado. A partir desse valor, ocorre a imobilização total ou parcial da vítima. Por fim, o quarto é o da fibrilação ventricular, que define o valor mínimo de corrente necessária para causar fibrilação cardíaca na vítima. Conforme apontado por Bernstein (1983), uma vez que o coração da vítima entre em fibrilação ventricular, a circulação sanguínea é interrompida e ela fica inconsciente em menos de 10 segundos, podendo ter danos cerebrais irreversíveis em 4 a 6 minutos, a menos que medidas médicas emergenciais sejam tomadas.

### 3.2.2. Impedância do Corpo Humano

A especificação técnica 60479-1 (IEC, 2005) apresenta informações sobre a impedância do corpo humano assim como os limiares de corrente elétrica para as diversas reações patofisiológicas da vítima. Essas informações são essenciais para que o perito de local possa estimar a corrente elétrica envolvida em um acidente sendo investigado e apresentar os efeitos decorrentes dessa corrente. A estimativa vai depender de fatores como o provável caminho da corrente elétrica e de outras condições do evento, como a

superfície de contato da vítima com o objeto energizado e a presença de líquidos ou soluções que possam interferir na impedância do corpo humano.

Uma corrente percorrendo um determinado caminho em uma vítima tem duas impedâncias principais a serem avaliadas: a interna do corpo ( $Z_i$ ) e a da pele ( $Z_p$ ). Nota-se que essa última deve, via de regra, ser considerada duas vezes, pois a corrente sofre o seu efeito ao menos no ponto de entrada e de saída.

A impedância interna, para efeito de cálculo e estimativa, é considerada quase em sua totalidade como resistiva e depende, principalmente, do seu caminho no corpo e da área da superfície de contato. A impedância da pele, por sua vez, possui características semelhantes a de um sistema de elementos capacitivos e resistivos. Essas características tornam a determinação de  $Z_p$  complexa, uma vez que depende de muito mais fatores do que no caso da  $Z_i$ . Dentre os diversos fatores que influenciam a impedância da pele, destacam-se a tensão, a frequência, a duração da corrente, a área da superfície de contato, a pressão do contato, o nível de hidratação, tipo e temperatura da pele (IEC, 2005).

### 3.3. MÉTODO CIENTÍFICO

Lakatos e Marconi (2010) destacam que

“todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos; em contrapartida, nem todos os ramos de estudo que empreguem esses métodos são ciências. Dessas afirmações podemos concluir que a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos.”

Assim, sem entrar na discussão da Criminalística se caracterizar como ciência ou não, as conclusões decorrentes do seu estudo dependem da utilização dos métodos científicos para que possam se consolidar como conclusões científicas.

Ao avaliar a metodologia apresentada pela NFPA para o levantamento de locais de AEEE, discutida no Capítulo 2.1, é possível perceber que, ao confrontar a referida metodologia com os métodos científicos usuais, ela é uma adaptação do método hipotético-dedutivo, proposto originalmente por Karl R. Popper (MARCONI; LAKATOS, 2010). Popper defende que no processo investigatório há três momentos fundamentais, sendo eles: 1 – a identificação do problema; 2 – a proposição de uma solução cujas consequências sejam passíveis de teste, e; 3 – realização dos testes de falseamento, que têm por objetivo refutar a hipótese proposta.



Assim, ao superar os testes de falseamento, diz-se que a hipótese está corroborada, ainda que provisoriamente, pois um fato novo pode surgir e invalidá-la. Nota-se que o método hipotético-dedutivo possui uma grande aceitação no campo das ciências naturais e, nos círculos neopositivistas, é considerado até mesmo como o único método rigorosamente lógico (GIL, 2010). Logo, ao formular uma metodologia baseada em um método de ampla aceitação no meio científico, a NFPA dá ferramentas ao perito criminal para que haja aderência entre sua atividade pericial e o método científico.

### **3.3.1. Metodologia de Levantamento de Local**

A construção do conhecimento na abordagem de locais de crime feita pelo perito criminal da SELMA não se baseia essencialmente nos fundamentos do método científico. O perito criminal, a partir dos elementos materiais em um determinado local, utiliza de técnicas heurísticas, tais quais o senso comum, a tentativa-e-erro, a analogia, e, especialmente, as suas próprias experiências profissionais, técnicas e acadêmicas. Embora essas técnicas exerçam um importante papel no processo de construção de teorias e na formação do pensamento criativo (BAILER-JONES, 1999), Weisberg (2012) defende que técnicas heurísticas não constituem por si só parte de um modelo científico.

Dessa forma, este trabalho procura pacificar a discussão acerca de quão científico é o trabalho pericial no atendimento de locais de acidente envolvendo energia elétrica. Ressalta-se que, embora atualmente não haja ratificação acadêmica, esses procedimentos, segundo uma avaliação pragmática no sentido de se prestarem aos seus fins, foram, na maioria das vezes, adequados e eficientes na determinação da causa do acidente e no estabelecimento de um diagnóstico diferencial. Todavia, a ausência de metodologias e procedimentos que atendam, dentre outros princípios, a reprodutibilidade e a falseabilidade dos testes realizados durante o exame, impede que a Engenharia Forense permita uma defesa e um contraditório justos. Os procedimentos atuais, ao não atentar para esses princípios, não necessariamente levam a erros, mas permitem que erros sejam mascarados e, algumas vezes, impossíveis de serem detectados.

Atualmente, contando com a reaproximação da Criminalística à Academia e a fim de contribuir com a produção de uma prova material mais qualificada, é fundamental que esses procedimentos sejam revistos e, se necessário, readequados a uma realidade acadêmica. O primeiro passo é o entendimento do método científico e de suas particularidades.

## 4. ESTUDOS DE CASOS

Com o intuito de avaliar diretamente os pontos de atenção levantados durante a revisão bibliográfica, esses serão confrontados sob a óptica de alguns exames reais realizados pela equipe pericial da SELMA. Os casos, dentre os diversos disponíveis, foram escolhidos de acordo com a adequação à análise pretendida e seu potencial pedagógico, embora os argumentos apresentados possam e devam ser aplicados em qualquer cenário ou local. Posto isso, para fins didáticos, alguns dos casos abordarão apenas um dos temas expostos na Tabela 2.1, enquanto outros abordarão mais de um.

### 4.1. ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO UMA CERCA ELÉTRICA IMPROVISADA

A equipe da SELMA realizou o levantamento complementar onde um adolescente morreu ao entrar em contato com uma cerca elétrica improvisada. Quando da chegada da equipe pericial, o cadáver já havia sido examinado e liberado pela equipe da Seção de Crimes Contra a Pessoa (SCPe), restando preservados os elementos materiais que constituíam a cerca elétrica construída improvisadamente com a intenção de servir como um ofendículo da propriedade examinada. Ressalta-se que, por definição, uma cerca elétrica, ou eletrificada, é um ofendículo destinado à proteção de imóveis, contando com corrente intermitente ou pulsante, e deve obedecer diversos requisitos estabelecidos em norma específica, tais quais energia máxima, duração e intervalo entre os impulsos elétricos, corrente máxima permitida, dentre outros (ABNT, 2007).

A estrutura verificada no local consistia em alguns segmentos de arame liso, dispostos paralelamente uns aos outros e fixados ao muro de alvenaria por meio de parafusos. Os segmentos eram também paralelos ao gradil metálico que bloqueava o acesso aos fundos do lote, conforme mostra a Figura 4-1. Um dos parafusos de fixação dos segmentos de arame estava também conectado a um cabo flexível de dois condutores, o qual contava com um plugue de dois polos em sua outra extremidade, em destaque na Figura 4-2 e Figura 4-3. O referido cabo flexível tinha dimensão suficiente para, ao passar através da janela da cozinha próxima ao local, ter seu plugue conectado à tomada existente junto à bancada do local.



Figura 4-1 – Gradil metálico de proteção dos fundos do lote com destaque para o arame liso.



Figura 4-2 – Destaque para o ponto de fixação, por meio de parafuso metálico, do cabo flexível ao segmento de arame.

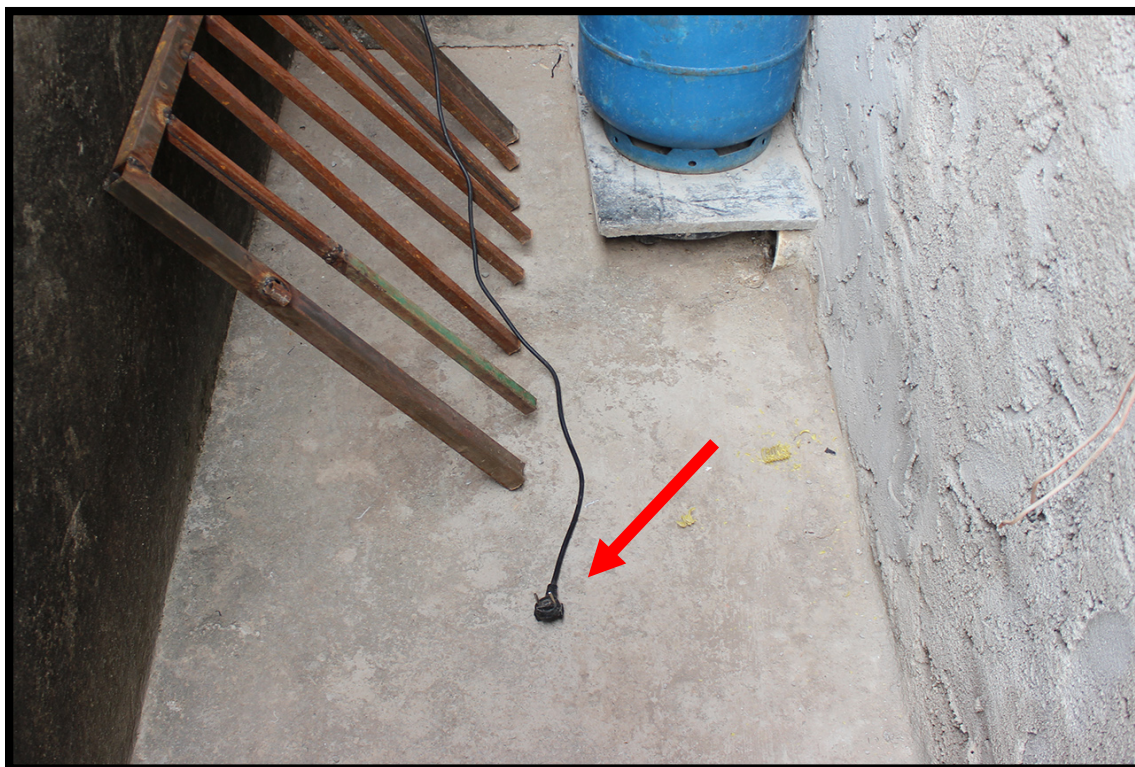


Figura 4-3 – Destaque para uma das extremidades do cabo flexível, a qual contava com um plugue de dois polos.

Nesse contexto, seguindo os passos propostos pela NFPA 921 (2004), é possível aplicar a metodologia científica para a resolução do problema. Assim, temos a **identificação o problema (A)**, qual seja, a morte do adolescente; **a definição do problema (B)**, ao localizar a cerca elétrica improvisada cercando o limite posterior do lote como elemento, oferecendo risco de vida; **a coleta de dados (C)**, como o levantamento das dimensões dos cabos e o teste de sua continuidade elétrica; **a análise dos dados usando raciocínio indutivo (D)**, concluindo que na circunstância de energização de um ponto, mais provavelmente o plugue de conexão verificado, todo o arame liso estará energizado, sob tensão única; **o desenvolvimento de uma hipótese (E)**, no caso, a mais provável sendo a eventual conexão do plugue a uma tomada e, por fim; **o teste da hipótese usando raciocínio dedutivo (F)**, ao confrontar a compatibilidade do comprimento do cabo com a tomada elétrica disponível no interior da cozinha.

Esse caso simples, porém, didático, ofereceu um motivo para reflexão, pois durante o levantamento de local, uma testemunha ocular que acompanhou o socorro à vítima, informou à equipe pericial que entre o contato do adolescente com a cerca elétrica até o efetivo socorro e desenergização do equipamento transcorreram-se mais de duas horas. Embora essa informação não impacte e tampouco invalide a hipótese construída e

validada, a adição da nova variável (tempo de exposição) permite sua sofisticação, pois de posse da informação é possível realizar retrodições compatíveis com a hipótese formulada e validada. É sabido que um dos principais efeitos da corrente no corpo humano é o efeito Joule ou térmico. Ele é contínuo durante o choque-elétrico e, dado o caráter resistivo do corpo humano, gera mais calor quanto mais tempo o corpo esteja exposto à corrente elétrica (BRYAN et al., 2009). Logo, é possível concluir, por raciocínio indutivo, que, na condição de duas horas de passagem de corrente elétrica com a pele em contato com o arame liso, houve desprendimento de material biológico. Essa hipótese foi validada quando a equipe pericial, em uma segunda fase de coleta de dados e vestígios no local, coletou um segmento do arame com impregnação de tecido epitelial e pelos, mostrado na Figura 4-4.

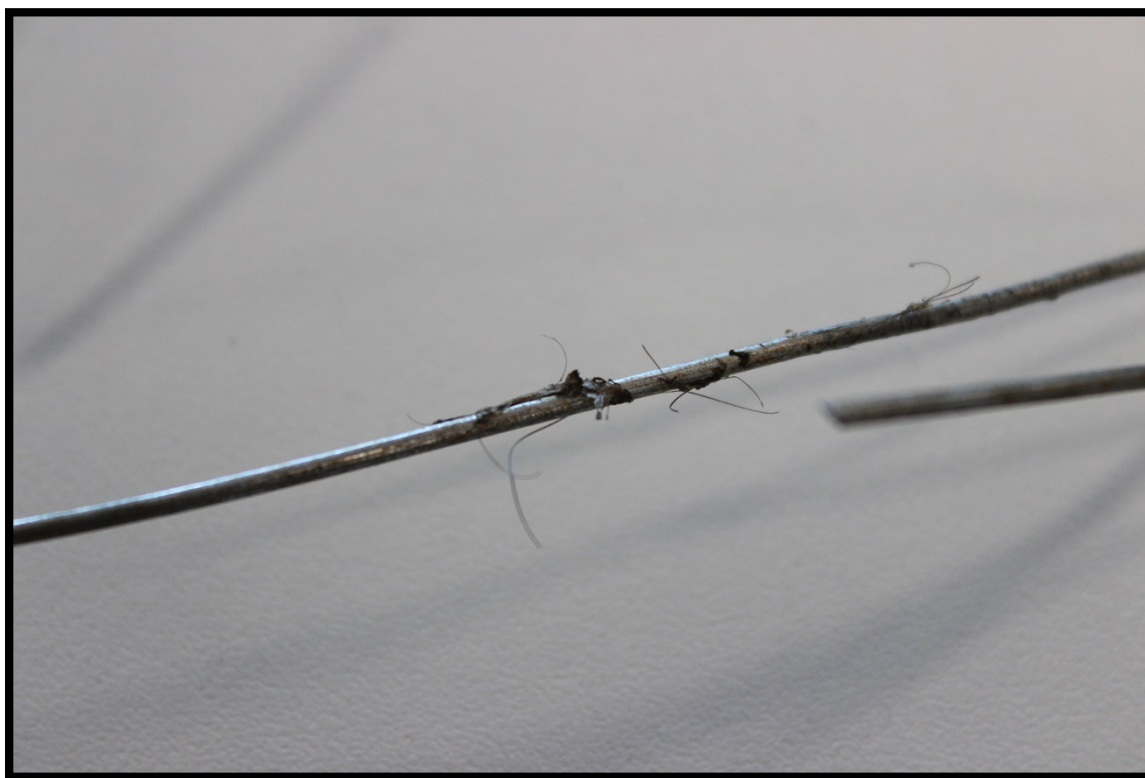


Figura 4-4 – Detalhe do arame liso com impregnação de tecido epitelial e epidérmico.

É evidente o desdobramento positivo da entrevista das testemunhas realizadas ainda no local do acidente pelo engenheiro forense responsável pelos exames. Embora fosse possível elaborar uma hipótese tão minuciosa quanto ao se realizar um levantamento de vestígios mais criterioso, o custo de tempo é muito menor e os esforços despendidos pela equipe pericial pode ser mais direcionado e objetivo. Ressalta-se, entretanto, que o julgamento das informações obtidas durante as entrevistas cabe ao engenheiro forense, que é o profissional habilitado a avaliar as informações obtidas durante o processo.

#### 4.2. ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO UMA CERCA DE ARAME FARPADO

A equipe da SELMA realizou o levantamento complementar onde um homem morreu ao entrar em contato com uma cerca de arame farpado que, supostamente, se encontrava energizada. Quando da chegada da equipe pericial da SELMA, o cadáver já havia sido examinado e liberado pela equipe da SCPe. Embora as lesões identificadas no cadáver fossem tipicamente lesões elétricas, a equipe não teve sucesso na obtenção de demais vestígios que permitissem um melhor detalhamento do cenário avaliado no que concerne a energização da cerca, requisitando, assim, o suporte especializado da SELMA.

Tratava-se de uma área rural, com cercas de arame farpado sobre mourões de madeira delimitando as diversas unidades da fazenda, como a área de pastagem, a casa do caseiro, o paiol, a edificação sede, entre outras. Havia no local uma rede de distribuição de energia elétrica secundária trifásica (tensão fase-neutro de 220 V) com diversas derivações a fim de alimentar as diferentes unidades da fazenda. Em alguns pontos, essas derivações da rede cruzavam perpendicularmente as cercas de arame farpado, a aproximadamente 4 metros de distância do solo. A situação é ilustrada pela Figura 4-5.

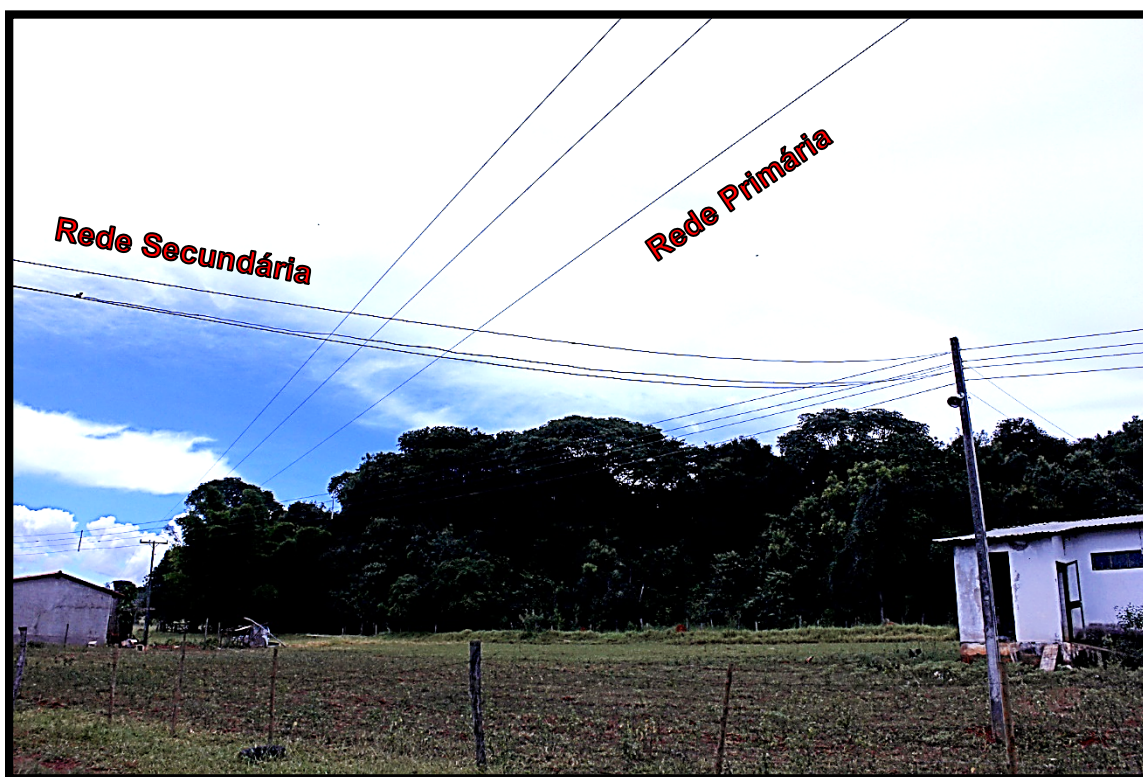


Figura 4-5 – Derivações da rede de distribuição de energia elétrica sobre a cerca de arame farpado.

As lesões elétricas identificadas no cadáver eram ergonomicamente compatíveis com o contato da vítima com a cerca de arame farpado, o que permite, por raciocínio indutivo, elaborar a hipótese de que a cerca estivesse energizada no momento do acidente. Entretanto, a hipótese não poderia ser provada materialmente dada a integridade da rede de distribuição de energia elétrica, não tendo sido identificada uma situação de energização acidental da cerca de arame farpado. A hipótese de descarga atmosférica logo foi descartada por razão do efeito térmico existente nas lesões da vítima, o qual é incompatível com o tempo extremamente curto da passagem da corrente elétrica resultante de uma descarga atmosférica (BRYAN et al., 2009).

Como apresentado na NFPA 921 (2011), cabe ao perito criminal proceder novamente a uma etapa anterior do levantamento de local, seja a uma nova coleta de dados, a uma reanálise dos dados já coletados ou à formulação de novas hipóteses que possam satisfazer os testes por raciocínio dedutivo. Posto isso, a equipe pericial procurou entrevistar as pessoas que identificaram a vítima e acompanharam seu socorro. Durante a entrevista, surgiram novas informações, como uma ruptura recente de uma das derivações da rede de distribuição durante a passagem de um caminhão com altura superior à da rede. As avarias da rede decorrente do evento, ocorrido dois dias antes do acidente, teriam sido reparadas em momento posterior ao acidente. Assim, é possível concluir que haveria sinais de reparo no local onde supostamente o caminhão se chocou com a rede.

Os peritos coletaram novos dados, com destaque para emendas recentes, sem isolamento elétrico apropriado e sem desgaste natural pelas intempéries a que estariam expostas, retratadas na Figura 4-6. Ao analisar esses dados foi possível avaliar a posição de repouso da fiação na circunstância em que a emenda estivesse desfeita e a compatibilidade dessa posição com a localização da cerca de arame farpado. Confirmada a compatibilidade, surge uma nova hipótese, onde após a ruptura da rede pelo choque com o caminhão, a fiação ainda energizada esteve em contato com a cerca elétrica até que a vítima viesse a ter contato acidental com o sistema rede e cerca. A nova hipótese resiste aos testes feitos por raciocínio dedutivo.

Nesse caso, embora as pessoas entrevistadas não fossem testemunhas oculares do acidente, elas possuíam informações de relevante interesse pericial. Como no caso anterior, seria possível que um levantamento mais minucioso dos vestígios permitisse um resultado semelhante, que levasse à mesma hipótese. Entretanto, não havendo a entrevista e o relato da ruptura recente dos cabos, a proposição de uma relação entre os eventos seria

frágil. Ainda, mais uma vez, a responsabilidade pela análise de um relato do tipo cabe ao engenheiro forense, profissional capaz de avaliar a pertinência entre os eventos relatados e os vestígios materiais identificados.



Figura 4-6 – Detalhe das emendas recentes e desprotegidas em uma das derivações da rede de distribuição de energia elétrica da fazenda.

#### **4.3. ACIDENTE FATAL ENVOLVENDO REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

Durante o trabalho de içamento de vigas de concreto armado em uma obra de construção civil, um operário foi acometido pelos efeitos deletérios de um choque elétrico quando ocorreu o contato acidental da armadura da viga com a linha de alta tensão paralela à fachada da obra. A vítima foi atendida por equipe de socorro, levada ao hospital, porém, não resistiu às lesões e veio a óbito.

O local do acidente foi preservado e então a perícia foi solicitada. Ao chegar ao local, a equipe da SELMA identificou que se tratava de uma obra de construção civil de uma edificação de quatro pavimentos (térreo mais três andares), apresentada na Figura 4-7, e que, sobre a calçada pública adjacente à construção, havia uma viga de concreto armado tombada ao solo e apresentando rupturas em sua estrutura de concreto, sendo visto diversos de seus fragmentos nas imediações. Diretamente acima dos escombros das vigas havia uma roldana projetada através de uma das janelas da edificação. Ao avaliar o ambiente do terceiro andar onde a roldana, utilizada para içamento, estava instalada, foram encontrados alguns elementos de interesse pericial, tal qual um par de botas pretas



e um cavalete de madeira que apoiava a roldana, a mesma mencionada anteriormente, pela qual passava uma corda. Ao avaliar o par de botas, percebeu-se que ambas apresentavam material comburido em seus solados, além da presença de uma área enegrecida correspondente nas imediações do piso, conforme visto na Figura 4-8.



Figura 4-7 – Fachada do edifício examinado paralela à rede primária de distribuição.



Figura 4-8 – Parte inferior de uma das botas com queimaduras que extravasaram o solado de borracha.

Mais uma vez, seguindo os passos indicados pela NFPA 921 (2011), aplica-se a metodologia científica da seguinte forma: a **identificação o problema (A)**, a morte do operário; a **definição do problema (B)**, a proximidade da fachada do edifício em construção com a rede de distribuição, oferecendo risco na manipulação de objetos em sua proximidade; a **coleta de dados (C)**, medição das distâncias entre a fachada do edifício, a roldana utilizada para o içamento e as linhas de distribuição de energia elétrica além da identificação dos pontos de contato elétrico e dos pontos apresentando efeitos térmicos da passagem de corrente elétrica; a **análise dos dados usando raciocínio indutivo (D)**, a descrição de um cenário onde o içamento de uma viga de concreto armado pela roldana pode levar a estrutura metálica da armadura a entrar em contato com a rede de distribuição; o **desenvolvimento de uma hipótese (E)**, na circunstância descrita, onde o contato ocorre entre os objetos, uma pessoa manipulando a viga metálica pelo lado de dentro da edificação também seria submetida a uma tensão equivalente àquela existente na rede de distribuição, mais especificamente 13,8 kV. Essa tensão é suficiente para romper o dielétrico do solado de borracha da bota, anulando sua capacidade de isolamento; o **teste da hipótese usando raciocínio dedutivo (F)**, permitindo concluir que as dimensões levantadas anteriormente são geometricamente compatíveis e os pontos de contato elétrico verificados na armadura da viga e na rede de distribuição podem ser justapostos, a fim de modelar o cenário descrito.

Nesse caso, embora a metodologia científica corretamente aplicada possa definir um diagnóstico bastante razoável do acidente ocorrido, resta a apuração de outros elementos, os quais extrapolam os limites da metodologia. Esses são de ordem normativa e são eles que vão permitir que o engenheiro forense possa, a partir do levantamento de um cenário amparado pelo método científico, definir eventuais erros de projeto ou de operação que contribuíram direta ou indiretamente com o acidente. A Companhia Energética de Brasília (CEB), a concessionária pública de distribuição de energia elétrica, emitiu nota técnica de distribuição, mais especificamente a NTD – 2.12 (CEB, 2011), na qual são definidos os afastamentos mínimos que uma edificação deve ter em relação às redes de distribuição primária e secundária. A referida norma estabelece que, para uma edificação com uma fachada semelhante à examinada, o afastamento vertical deve ser de ao menos 100 centímetros (cm) e, quando este não for atendido, deve ser garantido um afastamento horizontal de ao menos 150 cm da rede primária e 120 cm da secundária. No caso em tela, os afastamentos vertical e horizontal identificados foram, respectivamente,

78 cm e 228 cm, atendendo, assim, as exigências estabelecidas na NTD – 2.12, conforme mostra a Figura 4-9. Entretanto, a Norma Regulamentadora 18, NR – 18 (MTE, 1978b), a qual versa sobre as condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção, estabelece:

**18.21.17** Nos casos em que haja possibilidade de contato acidental com qualquer parte viva energizada, deve ser adotado isolamento adequado.

[...]

**18.22.12** Nas operações com equipamentos pesados, devem ser observadas as seguintes medidas de segurança:

[...]

e) o transporte de acessórios e materiais por içamento deve ser feito o mais próximo possível do piso, tomando-se as devidas precauções de isolamento da área de circulação, transporte de materiais e de pessoas;

[...]

h) devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas.

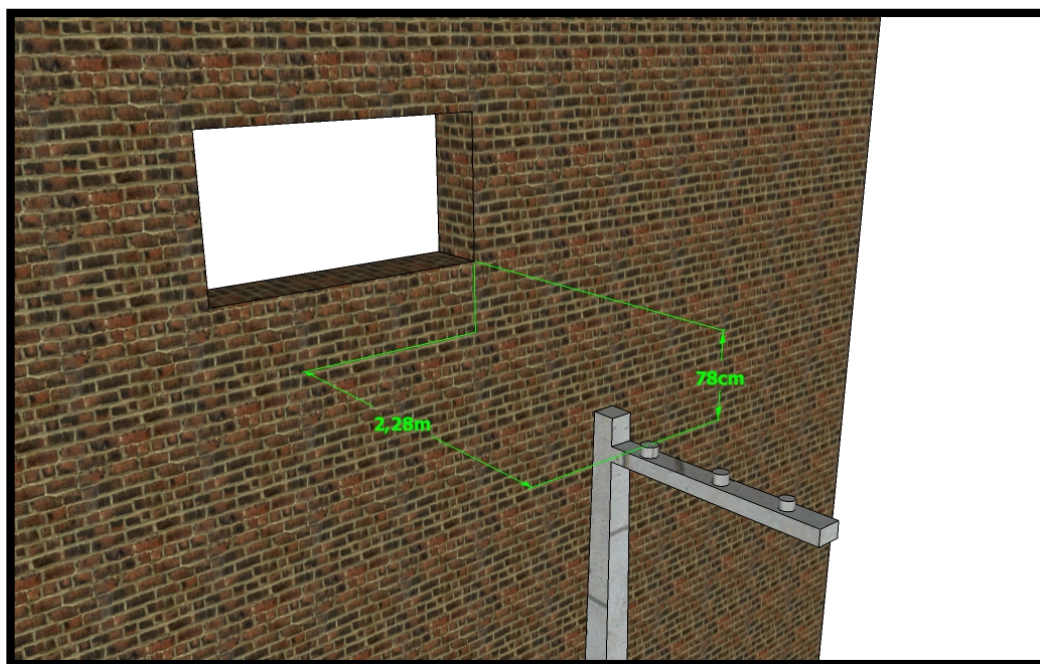


Figura 4-9 – Croqui ilustrativo das distâncias de afastamento entre a rede aérea e a fachada do edifício.

Dessa forma, além de ser possível a determinação da dinâmica mais provável do acidente, respeitando a metodologia científica, é possível também apontar a principal causa do acidente. Conforme a NR – 18 estabelece, deveriam ter sido definidas precauções especiais ao manipular o concreto armado nas imediações da rede de distribuição de energia elétrica. Uma medida comumente adotada nesses casos pela

indústria seria o isolamento da rede pela utilização de cabos plásticos ou a colocação de anteparos de forma a evitar o contato acidental entre a rede e o elemento içado.

#### **4.4. CERCA DE ARAME COM TENSÃO INDUZIDA**

Em uma chácara na Região Administrativa de Planaltina, uma pessoa supostamente sofreu um choque elétrico, não letal, em uma cerca de arame metálico que delimitava sua propriedade. No local, a equipe pericial identificou uma tensão eficaz (RMS) da ordem de 18 V entre algumas fiadas de arame da cerca e o potencial da terra. Um valor teórico e bastante conservativo para uma tensão de pico segura, que não ofereça risco de choque elétrico, é de 25 V, ou seja, muito próximo do valor mensurado no local ao se considerar uma típica onda senoidal. Todavia, para que essa tensão ofereça risco real seria necessário que ocorresse uma combinação extrema de diversos fatores de sensibilidade, tais quais altas temperatura e umidade do local, além de um prolongado tempo de contato com o objeto energizado em pontos específicos do corpo humano (BIKSON, 2004).

Embora na prática a situação examinada, com a tensão no patamar identificado, não oferecesse risco de choque elétrico a uma pessoa que viesse a ter contato com a fiada energizada, restava a dúvida de como a energização ocorria. Dado o problema, as duas hipóteses concebidas foram: (1) a energização por contato direto ou indireto com um elemento energizado; e (2) energização por acoplamento elétrico (indutivo ou capacitivo) entre a cerca e outro sistema eletromagnético. Para que ocorresse algum tipo de acoplamento elétrico seria necessário que houvesse uma geometria adequada entre a cerca e uma linha de transmissão de energia elétrica ou até mesmo entre a cerca e um motor elétrico. Porém, durante os exames não foi identificado nenhum elemento que pudesse levar a algum tipo de acoplamento. Logo, descartada a hipótese, restava averiguar um eventual contato direto ou indireto da cerca.

A área examinada tinha ao menos 15 hectares e vários pontos de difícil acesso. Ainda, notava-se que diversos trechos da cerca eram isolados da terra pela utilização de mourões de madeira, mas em alguns pontos ocorria o aterramento em função de um contato da fiada com a terra. Em outros pontos, porteiros metálicas como a da Figura 4-10 funcionavam como chaves do circuito, interrompendo-o quando abertas e garantindo a continuidade quando fechadas. Por fim, em outros locais, onde as cercas de diferentes

propriedades se encontravam, conforme mostra Figura 4-11, criavam-se nós que dificultavam ainda mais estabelecer um real diagrama do circuito-cerca.



Figura 4-10 – Porteira metálica que funcionava como uma chave do circuito criado pela cerca energizada, interrompendo-o quando se encontrava aberta.



Figura 4-11 – Nó do circuito-cerca onde se via 4 derivações formando diversas malhas.

Uma abordagem possível para resolução do problema, a fim de se identificar a fonte de tensão do circuito, seria a interrupção de alguns ramos (fiadas da cerca) para isolar a origem da energização. Entretanto, a abordagem seria destrutiva, dificultando ou até mesmo inviabilizando a contraprova ou a reprodutibilidade dos testes. Dados o tipo e características do exame, essa seria uma abordagem típica da Seção de Engenharia Elétrica e Meio Ambiente, pois é discricionário ao perito criminal de local a condução dos testes envolvendo os elementos materiais de interesse pericial. Todavia, à luz dos argumentos apresentados no Item 2.2 – A CADEIA DE CUSTÓDIA, decidiu-se por não descaracterizar os vestígios e por aguardar que as demais partes interessadas nos exames possam se manifestar e avaliar a pertinência e o interesse em participar dos testes.

Dessa forma, apesar da abordagem adotada não permitir, em um primeiro momento, uma conclusão taxativa quanto à origem da energização, entende-se que a decisão por respeitar o amplo acesso aos vestígios por todas as partes interessadas é um passo na direção do amadurecimento da perícia criminal em consonância com práticas e recomendações da comunidade especializada internacional.

## **5. CONSIDERAÇÕES PERTINENTES**

### **5.1. A APLICAÇÃO DO MÉTODO CIENTÍFICO**

Todos os casos apresentados se mostraram adequados para a aplicação do método científico no levantamento de locais de acidentes envolvendo energia elétrica. É possível concluir que, conforme já salientado por Robert Alonzo (2003), o procedimento para a aplicação do método científico nesse tipo de local segue sempre as mesmas linhas gerais, permitindo o perito criminal ter um respaldo científico das atividades periciais realizadas durante os exames de local.

A prevista e internacionalmente recomendada autonomia da Criminalística trará novos questionamentos à comunidade pericial. Segundo alertado no relatório das Propostas de Emenda Constitucional, que constitucionalizam a Criminalística como um órgão independente e autônomo, é esperado que esses novos questionamentos sejam em sua maioria técnicos. Logo, é de fundamental importância que o perito criminal tenha bem fundamentada a metodologia de levantamento de local e esteja pronto para responder o porquê dessa metodologia permitir que as conclusões decorrentes dela tenham embasamento científico. Além disso, ao se realinhar com a referida metodologia, a perícia criminal está se reaproximando do mundo acadêmico e reatando os laços de uma antiga relação.

### **5.2. A IMPORTÂNCIA DA ENTREVISTA DAS TESTEMUNHAS OCULARES**

No caso apresentado no Item 4.1, da cerca elétrica improvisada, a entrevista de uma testemunha ocular permitiu ao perito criminal de local reavaliar sua hipótese, a qual inclusive já se encontrava validada por testes cognitivos e experimentais. Observa-se que as informações recebidas durante a entrevista não somente reforçaram a hipótese, como também permitiram o seu enriquecimento e sofisticação, promovendo uma nova investida na busca e coleta de vestígios. Essa investida foi objetiva e direcionada, buscando elementos que sustentassem os novos desdobramentos. Por fim, elementos compatíveis com a nova hipótese foram encontrados e permitiram que o perito criminal sustentasse materialmente uma dinâmica mais rica e completa do acidente ocorrido.

No caso apresentado no Item 4.2, da cerca de arame farpado energizado, a entrevista das testemunhas oculares foi também fundamental, porém por motivos distintos aos do primeiro caso. Dessa vez, o perito criminal sequer tinha uma hipótese que sobrevivesse aos testes, fossem eles observacionais ou empíricos. Entretanto, as informações obtidas durante a entrevista permitiram que a equipe pericial pudesse direcionar o exame de forma mais objetiva, encontrando vestígios materiais que permitissem finalmente a elaboração de uma hipótese resiliente aos testes de validação. Ressalta-se que é possível que a equipe pericial lograsse êxito na busca desses vestígios, porém a um custo maior de tempo e esforço, dada a dimensão da área e as inúmeras possibilidades de energização da cerca de arame farpado pelas derivações da rede de distribuição de energia elétrica existente no local.

Logo, a entrevista de testemunhas oculares ou outras pessoas envolvidas em um AEEE, quando conduzida por um engenheiro forense, mostra-se fundamental tanto na formulação quanto na validação de hipóteses. O momento a se conduzir as entrevistas, ou até mesmo a decisão pela sua condução ou não, deve ficar a cargo do perito de local, obviamente sem prejuízo às oitivas previstas em lei a serem conduzidas pela autoridade policial.

### **5.3. DA UTILIZAÇÃO DE CÓDIGOS E NORMAS TÉCNICAS**

Embora a utilização adequada do método científico e a correta entrevista das testemunhas sejam muitas vezes suficientes para a definição da causa de um acidente, elas, por si só, não norteiam a apuração e identificação da responsabilidade e dos desdobramentos legais acerca do acidente. No caso apresentado no Item 4.3 foi possível estabelecer claramente a dinâmica do acidente. Porém, restava a dúvida quanto à responsabilização, ao menos imediata, pelo evento. A nota técnica emitida pela concessionária e a NR acerca de ambientes de trabalho mostram que não somente os afastamentos entre a fachada e a rede de distribuição estavam adequados como também que o responsável pela segurança da obra, ao identificar os riscos existentes, deveria mitigá-los ou eliminá-los pela utilização de práticas comuns na construção civil, tal qual a instalação de anteparos ou o isolamento dos cabos energizados.

A capacidade de identificar os documentos necessários para a completa avaliação de um acidente de trabalho é um predicado importante para um engenheiro forense



(ALONZO, 2003). Ainda, embora tenha sido possível eliminar eventual responsabilidade por parte da concessionária, restava ainda apurar a responsabilidade do empregador e do operário, pois pode ter havido negligência por qualquer uma das partes. Nesse caso, conforme a ASTM (2004) propõe, também cabe ao engenheiro forense a análise de documentos e relatórios da obra, quando houver, que permitam identificar qual parte envolvida negligenciou medidas de segurança que evitariam o acidente.

#### **5.4. A IMPORTÂNCIA DA CADEIA DE CUSTÓDIA**

O amadurecimento da perícia criminal, assim quanto dos agentes mediatos, que orbitam a persecução criminal, levará a uma avaliação mais técnica e científica dos vestígios relacionados à ocorrência policial. Dessa forma, permitir que todos os agentes interessados tenham justo acesso ao local do crime e aos elementos materiais de interesse pericial é um passo fundamental nesse sentido. Como o engenheiro forense é o primeiro agente a avaliar um local de acidente envolvendo energia elétrica, logo após eventual atendimento de socorristas, é razoável concluir que a responsabilidade de identificar a necessidade de preservar o local para que os demais interessados possam também avaliá-lo é do próprio engenheiro forense. Esse tipo de conclusão, conforme mostrado anteriormente, está alinhada com as práticas sugeridas por diversos especialistas da área (ALONZO, 2003).

Ao preservar o local e os vestígios adequadamente, o engenheiro forense, além de tornar justa as avaliações e testes, também garante uma adequada preservação da cadeia de custódia e, conseqüentemente, do valor probatório dos vestígios. No caso apresentado no Item 4.4, ao decidir por não conduzir testes destrutivos, o perito criminal permite que outras partes interessadas possam, em um segundo momento, acompanhar os testes. A perícia, assim, torna-se não somente mais justa, mas também mais aderente aos preceitos da ciência, pois permite que outras pessoas possam também analisar os resultados dos testes e verificar sua confiabilidade. Caso contrário, se os testes destrutivos tivessem sido realizados, seria impossível que eles fossem repetidos nas mesmas circunstâncias, impedindo que outros atores no processo pudessem acompanhar ou criticar as escolhas do perito. A avaliação do local e identificação de demais pessoas que possam ter interesse nos exames e nos vestígios é responsabilidade do engenheiro forense, mas a decisão pela

---

condução ou não dos testes, na existência de pessoas interessadas, cabe à autoridade policial ou ao judiciário.

## 6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Esse trabalho mostrou que, embora a metodologia atualmente utilizada pelos peritos criminais na abordagem de acidentes envolvendo energia elétrica seja satisfatória do ponto de vista criminal, há a necessidade de ajustes a fim de tornar a atividade mais próxima do meio acadêmico, o berço de criação das atividades forenses. Alguns ajustes são finos, tal qual a adaptação da rotina de atendimento de local de acordo com uma metodologia científica, respeitando preceitos fundamentais como formulação e validação de hipóteses. Outros ajustes requerem quebras de paradigmas com o objetivo de alinhar a atividade pericial brasileira com práticas internacionais, como é o caso das eventuais entrevistas a serem conduzidas pelos engenheiros forenses responsáveis pelo levantamento de local. A evolução da perícia proposta no trabalho não somente segue recomendações internacionais, mas também fortalece os princípios do contraditório e da ampla defesa além de alinhar a atividade pericial com preceitos dos direitos humanos.

Outra contribuição do trabalho, no sentido de facilitar a interlocução entre a Criminalística e a Academia, foi apresentar uma terminologia típica das atividades forenses além de sua problemática usual. Todavia, é também preciso um esforço no sentido de discussão do assunto não somente na Academia, mas também nos fóruns específicos de Perícia Criminal. Com essa finalidade, esse trabalho foi apresentado e discutido no VI Seminário Nacional de Engenharia Forense realizado em João Pessoa (PB) em junho de 2016.

No caso específico da eletroplessão e dos efeitos fisiológicos da corrente elétrica no corpo humano, é vital que sejam formados profissionais com esse tipo de conhecimento não só na Criminalística, mas também na Academia. Esse conhecimento usualmente não faz parte das disciplinas básicas de formação de um perito criminal ou de um engenheiro eletricista, o que torna ambas as comunidades carentes de trabalho e conteúdo na área.

Por fim, para dar continuidade ao trabalho, é importante extrapolar a análise feita nos locais de acidente envolvendo energia elétrica a outros locais típicos da Perícia Criminal, sejam eles locais de explosão, incêndio, homicídio, entre outros. Outro desdobramento natural e fundamental do atual trabalho é a avaliação das circunstâncias em que a entrevista realizada pelo Perito Criminal em local de crime tem consequências positivas como nos casos de levantamento de local de AEEE. Embora o trabalho

---

apresente as vantagens da condução da entrevista pelo Engenheiro Forense durante os exames, em locais como os de delitos de trânsito as entrevistas podem sugerir fatos que distanciem o Perito Criminal da realidade. Ainda como desdobramento do trabalho, há a avaliação das repercussões, dentro da realidade brasileira, de se decidir por suspender os exames quando identificada a necessidade de realização de testes destrutivos que possam ferir o amplo e justo acesso aos vestígios. Esses novos estudos propostos contribuirão na construção de um protocolo geral único de atendimento de local que se desdobre em protocolos específicos para atendimento de casos de diferentes naturezas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALONZO, R. J. Electrical incident investigation procedures. IEEE Region 5, 2003. *Annual Technical Conference*. Anais IEEE, 2003. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=1199711](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1199711)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 60050-826:1997 - Vocabulário Eletrotécnico Internacional, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 60335-2-76:2007 Aparelhos eletrodomésticos e aparelhos elétricos similares - Segurança Parte 2-76: Requisitos específicos para eletrificadores de cerca, 2007.
- ASTM. E2345-04, Standard Practice for Investigating Electrical Incidents. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2004. Disponível em: <[www.astm.org](http://www.astm.org)>
- BAILER-JONES, D. M. Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science. In: *Model-based reasoning in scientific discovery*. [s.l.] Springer, 1999. p. 23–40.
- BERNSTEIN, T. Electrocution and fires involving 120/240-V appliances. *IEEE Transactions on Industry Applications*, n. 2, p. 155–159, 1983.
- BIKSON, M. *A review of hazards associated with exposure to low voltages*. The Graduate School and University Center of the City University of New York, nd, 2004.
- BRASIL. Decreto Lei n.º 3.689, de 3 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del3689.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del3689.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2016
- BRASIL. Decreto Lei n.º 5.452, de 1º de maio de 1943. *Consolidação das Leis do Trabalho*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- BRASIL. Lei n.º 5.194, de 24 de dezembro de 1966, 1966. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L5194.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm)>. Acesso em: 4 jul. 2016
- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 13 jul. 2016.
- BRASIL. Lei n.º 12.030, de 17 de setembro de 2009, 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12030.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12030.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2016
- BRYAN, B. C.; ANDREWS, C. J.; HURLEY, R. A.; TABER, K. H. Electrical injury, part I: Mechanisms. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, v. 21, n. 3, p. iv–244, 2009.

- CAWLEY, J. C.; HOMCE, G. T. Occupational electrical injuries in the United States, 1992–1998, and recommendations for safety research. *Journal of safety research*, v. 34, n. 3, p. 241–248, 2003.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA. NTD 2.12 - Padrão de Construção de Redes de Distribuição Aérea - Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social, 2011. Disponível em: <<http://www.ceb.com.br/index.php/informacoes-ceb-separator/normas-tecnicas-col-200>>. Acesso em: 3 ago. 2016
- DOREA, L. E. C.; STUMVOLL, V. P.; QUINTELA, V. *Criminalística - Tratado de perícias criminalísticas*. Millennium, Campinas, 2003.
- FLOYD, H. L. Leading edge developments in advanced safety management and applications to electrical safety. 2014 *IEEE IAS Electrical Safety Workshop*. Anais. IEEE, 2014. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6766901](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6766901)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- GALVÃO, M. *Medicina Legal*, 2016. Disponível em: <[http://www.malthus.com.br/mg\\_total.asp?id=39#set](http://www.malthus.com.br/mg_total.asp?id=39#set)>. Acesso em: 8 ago. 2016
- GARRIDO, R. G.; GIOVANELLI, A. *Criminalística: origens, evolução e descaminhos*. Cadernos de ciências sociais aplicadas, p. 43–60, 2009.
- GIL, A. C. In: *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Sexta ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock, 2005.
- KINDERMANN, G. *Choque elétrico*. Primeira ed. Porto Alegre, RS: Sagra-DC Luzzatto, 1995.
- LOPES, R. Proposta de Emenda à Constituição nº 117/2015, 25 ago. 2015. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1673140>>. Acesso em: 6 out. 2016
- MAGEE, A. H.; HITTEL, M. J. Securing and preserving the scene of an electrical accident. *Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference*, 2001. Conference Record. Papers Presented at the 2001 Annual Meeting. 2001 IEEE. Anais. IEEE, 2001. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=966508](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=966508)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. [s.l.] Atlas, 2010.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, 1978a. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, 1978b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016

- MORSE, M. S. Investigating electric accidents—The art of forensic investigation (Examining foresight in hindsight). 2012. *IEEE IAS Electrical Safety Workshop*. Anais. IEEE, 2012. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=6165537](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6165537)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- NABOURS, R. E. Basic elements of electro-forensic engineering. 2008. *IEEE/IAS Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference*. Anais. 2008. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.ieee-art-000004606276>>. Acesso em: 13 jul. 2016
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 921, Guide for Fire and Explosion Investigations. [s.l.] NFPA, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Strengthening forensic science in the United States: A path forward. 2009. Disponível em: <<https://www.ncjrs.gov/App/Publications/abstract.aspx?ID=250103>>. Acesso em: 14 jul. 2016.
- PEREIRA, V. Proposta de Emenda à Constituição nº 325/2009, 17 fev. 2009. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=423899>>. Acesso em: 6 out. 2016
- PIMENTA, P. Proposta de Emenda à Constituição nº 499/2010, 7 jul. 2010. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=482984>>. Acesso em: 6 out. 2016
- SECRETARIA NACIONAL DE SEGURANÇA PÚBLICA. Diagnóstico da Perícia Criminal no Brasil. Ministério da Justiça, 2012. Disponível em: <[http://www.justica.gov.br/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/estudos\\_diversos/2diagnostico-pericia-criminal.pdf](http://www.justica.gov.br/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/estudos_diversos/2diagnostico-pericia-criminal.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2016
- SECRETARIA NACIONAL DE SEGURANÇA PÚBLICA. Procedimento Operacional Padrão Perícia Criminal. Ministério da Justiça, 2013. Disponível em: <[http://www.justica.gov.br/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/pop/procedimento\\_operacional\\_padrao-pericia\\_criminal.pdf](http://www.justica.gov.br/sua-seguranca/seguranca-publica/analise-e-pesquisa/download/pop/procedimento_operacional_padrao-pericia_criminal.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2016
- TKACHENKO, T. A.; KELLEY, K.; PLISKIN, N. H.; FINK, J. W. Electrical injury through the eyes of professional electricians. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 888, n. 1, p. 42–59, 1999.
- TULONEN, T. *Electrical accident risks in electrical work*. [s.l.] Tampere University of Technology, 2010.
- UNIVERSITY OF LAUSANNE. Forensic Science, 2016. Disponível em: <<https://edpub.unil.ch/interpub/noauth/php/Un/UnUnite.php?UnId=103&LanCode=8>>. Acesso em: 8 jul. 2016
- WEISBERG, M. *Simulation and similarity: Using models to understand the world*. [s.l.] Oxford University Press, 2012.