



COSTSA/PRAd/Unesp

## **ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE MORTES POR CHOQUES ELÉTRICOS NOTIFICADOS NO SUS NO PERÍODO 2009-2013**

## **ANALYSIS OF THE INCIDENCE OF DEATHS FROM ELECTRIC SHOCKS REPORTED IN SUS IN THE PERIOD 2009-2013**

Fernando de Lima Caneppele <sup>1</sup>

José Antonio Rabi <sup>2</sup>

Luís Roberto Almeida Gabriel Filho <sup>3</sup>

Camila Pires Cremasco Gabriel <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista, Professor Doutor, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, Brasil.

<sup>2</sup> Físico, Professor Associado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, Brasil.

<sup>3</sup> Matemático, Professor Adjunto, Faculdade de Ciências e Engenharia/Universidade Estadual Paulista, Tupã-SP, Brasil.

<sup>4</sup> Matemática, Professora Doutora, Faculdade de Ciências e Engenharia/Universidade Estadual Paulista, Tupã-SP, Brasil.

**Resumo:** A energia elétrica está presente nas atividades do ser humano e é sinônimo de industrialização, progresso e conforto. A corrente elétrica no corpo humano pode causar tetanização, parada respiratória, queimadura e fibrilação ventricular. No Brasil existem normas que tratam dos trabalhos relacionados à eletricidade, com recomendações para garantir a segurança dos trabalhadores. Apesar disto, dados do DATASUS mostram que o choque elétrico figura como importante causa de mortes evitáveis no país. Observa-se que é importante que os trabalhadores tenham o conhecimento necessário dos riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e das principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas.

**Palavras-chave:** Corrente Elétrica; Choque Elétrico; DATASUS; Óbito; Segurança em Eletricidade.

**Abstract:** Electricity is present in human activities and is synonymous with industrialization, progress and comfort. The electric current in the human body can cause tetanization, respiratory arrest, burning and ventricular fibrillation. In Brazil there are rules dealing with work related to electricity, with recommendations to ensure the safety of workers. Nevertheless, DATASUS data show that the electric shock figure as an important cause of preventable deaths in the country. It is observed that it is important that workers have the necessary knowledge of the risks arising from the use of electricity and major accident prevention measures in electrical installations.

**Keywords:** Electric Current; Electric Shock; DATASUS; Death; Electrical Safety.

**Resumen:** La electricidad está presente en las actividades humanas y es sinónimo de la industrialización, el progreso y la comodidad. La corriente eléctrica en el cuerpo humano puede causar tetanización, paro respiratorio, la quema y la fibrilación ventricular. En Brasil existen normas que se ocupan de los trabajos relacionados con la electricidad, con recomendaciones para garantizar la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, los datos muestran que DATASUS la figura descarga eléctrica como una causa importante de muertes prevenibles en el país. Se observa que es importante que los trabajadores tengan los conocimientos necesarios sobre los riesgos derivados del uso de la electricidad y de las principales medidas de prevención de accidentes en las instalaciones eléctricas.

**Palabras clave:** La Corriente Eléctrica; Electrocuación; DATASUS; La Muerte; La Seguridad Eléctrica.

## 1 Introdução e Justificativa

A energia elétrica está presente em inúmeras atividades do ser humano. É sinônimo de industrialização, progresso e conforto. O seu consumo na indústria e nos transportes fornece a medida do grau de mecanização do trabalho e da industrialização de um país e, nas residências, o padrão de vida de sua população (MOTTA, 2008).

O aumento substancial das aplicações e da utilização da energia elétrica nas últimas décadas levou pesquisadores de diversos países a realizar minuciosos estudos sobre os perigos que a corrente elétrica pode causar ao passar pelo corpo humano (COTRIM, 2009).

### 1.1 Corrente elétrica

A corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reação química, atrito, luz etc.) (CREDER, 2007). Pode também ser definida como o fluxo de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo. Quando este fluxo é constante denomina-se de ampère a relação:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

A corrente elétrica não é visível, mas pode-se perceber seus efeitos. Entre esses estão os efeitos (i) térmico, (ii) químico, (iii) magnético, (iv) luminoso e (v) fisiológico.

Os principais efeitos que uma corrente elétrica (externa) produz no corpo humano são tetanização, parada respiratória, queimadura e fibrilação ventricular (COTRIM, 2009). O fenômeno fisiológico mais grave que pode ocorrer, quando da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, é a fibrilação ventricular, fenômeno complexo e, frequentemente, de causas fatais (COTRIM, 1985).

Numa linguagem simples, pode-se definir a fibrilação como a contração irregular e desordenada das várias partes do coração que impede a circulação normal do sangue pelo corpo, provocando, com a passagem do tempo, a morte das células mais sensíveis (COTRIM, 1985).

## 1.2 Choques elétricos

O choque elétrico é a manifestação física que ocorre quando uma corrente elétrica flui através do corpo humano. Os sintomas podem incluir desde uma leve sensação de formigamento, a violentas contrações musculares, arritmia cardíaca ou danos aos tecidos (CADICK et al., 2005).

Cotrim (2009) explica que o choque elétrico é a perturbação, de natureza e efeitos diversos, que se manifesta no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica. Dependendo da intensidade e do tempo do choque elétrico, a corrente provoca maiores danos e efeitos fisiopatológicos no homem. O choque e elétrico pode ser de diferentes tipos (MOTTA, 2008):

- Choque estático (contato com um corpo eletrizado): É o choque obtido pela descarga de um capacitor, ou seja, gerado a partir do efeito capacitivo, que acumula e retém energia elétrica, presente nos mais diferentes materiais e equipamentos;
- Choque dinâmico (contato com um corpo energizado): É o choque tradicional, obtido ao tocar um elemento energizado da rede de energia elétrica;
- Descargas elétricas atmosféricas (raios): São gigantescas descargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e a terra, que podem produzir choques elétricos com altíssima corrente.

No estudo da prevenção do choque elétrico, devem-se considerar (COTRIM, 2009):

- Contatos diretos: é quando a pessoa toca diretamente a parte viva (condutores energizados) de uma instalação elétrica. Isto pode ocorrer quando a pessoa toca inadvertidamente os condutores energizados ou outra parte do circuito de um equipamento, ou devido a uma fissura (falha) do material isolante;
- Contatos indiretos: contatos de pessoas ou animais com massas que ficaram sob tensão devido a uma falha de isolamento.

Existe um valor máximo de corrente para o qual uma pessoa, tendo à mão um objeto energizado, pode largá-lo: é o limite de largar (*let go limit*) ou o limiar de não largar (*seuil de non-lâcher*). Foram determinados experimentalmente para essa corrente alternada, valores de 6 a 14 miliampères em mulheres e de 9 a 23 miliampères em homens, e em corrente contínua, valores médios de 51 miliampères em mulheres e de 76 miliampères em homens (COTRIM, 1985; COTRIM, 2009).

Na Tabela 1 são apresentadas as percepções no ser humano relacionadas à intensidade de corrente elétrica, quando esta circula pelo corpo.

Intensidade da corrente elétrica	Percepção do choque
<b>0,1 à 0,5 mA</b>	Leve percepção e, geralmente, nenhum efeito, além de uma minúscula "fisgada".
<b>0,5 à 10 mA</b>	Ligeira paralisação nos músculos do braço, início de tetanização, sem perigo.
<b>10 à 30 mA</b>	Sensação dolorosa, contrações violentas e perturbação circulatória.
<b>30 à 500 mA</b>	Paralisia estendida entre os músculos do tórax, sensação de falta de ar e tontura, com possibilidades de fibrilação ventricular.
<b>&gt; 500 mA</b>	Traumas cardíacos persistentes e, em 98% dos casos, é mortal, salvo ocorra internação imediata com auxílio de pessoas especializadas e equipamentos adequados.

Tabela 1. Percepção do choque de acordo com a intensidade da corrente elétrica (MOTTA, 2008).

Há ainda que se considerar o fato de que qualquer choque elétrico, mesmo sem maiores consequências, é extremamente desagradável pela sensação de desconforto que acarreta. Por outro lado, verifica-se que certas pessoas com problemas cardíacos podem vir a sofrer acidentes fatais pela passagem de correntes muito pequenas (COTRIM, 1985).

## 1.2 Normas

No Brasil existem diversas normas técnicas e regulamentadoras que tratam direta e indiretamente dos trabalhos relacionados à eletricidade, com recomendações para garantir a segurança dos trabalhadores. As duas principais são a ABNT NBR 5410:2004 e a NR-10:2004.

A norma brasileira ABNT NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão, estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações

elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens (ABNT, 2004).

A norma NR 10 — Segurança em instalações e serviços em eletricidade, 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 (BRASIL, 2004).

### **1.3 SUS e CID-10**

O SUS — Sistema Único de Saúde é constituído pelo conjunto das ações e de serviços de saúde sob gestão pública. Está organizado em redes regionalizadas e hierarquizadas e atua em todo o território nacional, com direção única em cada esfera de governo (BRASIL, 2007).

Para o registro de óbitos, incluindo os causados por choques elétricos, são utilizados os sistemas disponibilizados pelo DATASUS — Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Essas notificações são feitas a partir de classificações e códigos.

A OMS — Organização Mundial de Saúde tem hoje duas classificações de referência para a descrição dos estados de saúde: a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, que corresponde à décima revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) e a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (DI NUBILA & BUCHALLA, 2008).

A CID-10 tem o objetivo de padronizar a codificação de doenças e um código alfanumérico que é composto de uma letra seguida de três números, totalizando quatro caracteres. Ela possui ao todo 22 capítulos e no capítulo XX estão codificadas as causas externas de morbidade e de mortalidade (V01–Y98). Neste capítulo, entre os diversos tipos de acidentes, estão os diretamente relacionados à eletricidade, como a exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica, a exposição a outra corrente elétrica especificada e a exposição a corrente elétrica não especificada.

## **2 Materiais e Métodos**

A metodologia utilizada para a realização do trabalho consistiu na realização de pesquisa bibliográfica e de pesquisa de dados em instituições governamentais.

Para a coleta de dados relativos à mortalidade no Brasil, foi utilizado como principal fonte de informação o sistema TABNET, disponibilizado pelo DATASUS.

O TABNET é um instrumento desenvolvido pelo DATASUS — Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, órgão do Ministério da Saúde, que permite tabulações on-line de dados e geração de informações.

Os dados relativos à população brasileira foram obtidos junto ao IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, órgão ligado ao Ministério do Planejamento, que é o principal provedor de dados e informações do país.

Os riscos no ambiente de trabalho a que estão sujeitos os trabalhadores da área de eletricidade são altos, sendo que acidentes podem ocasionar desde lesões até óbitos. Assim, o delineamento e caracterização foram realizados a partir da verificação das categorias CID-10 relacionadas às ocorrências de choques elétricos em seres humanos.

Foram definidas como objeto de análise as seguintes categorias CID-10, com suas subdivisões:

- (i) CID-10:85 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica.
  - a. W85.0 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — residência;
  - b. W85.1 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — habitação coletiva;
  - c. W85.2 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — escolas, outras instituições e áreas de administração pública;
  - d. W85.3 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — área para a prática de esportes e atletismo;
  - e. W85.4 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — rua e estrada;
  - f. W85.5 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — áreas de comércio e de serviços;
  - g. W85.6 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — áreas industriais e em construção.
  - h. W85.7 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — fazenda.
  - i. W85.8 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — outros locais especificados.

j. W85.9 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica — local não especificado.

**(ii)** CID-10:W86 — Exposição a outra corrente elétrica especificada.

a. W86.0 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — residência;

b. W86.1 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — habitação coletiva;

c. W86.2 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — escolas, outras instituições e áreas de administração pública;

d. W86.3 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — área para a prática de esportes e atletismo;

e. W86.4 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — rua e estrada;

f. W86.5 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — áreas de comércio e de serviços;

g. W86.6 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — áreas industriais e em construção;

h. W86.7 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — fazenda;

i. W86.8 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — outros locais especificados;

j. W86.9 — Exposição a outra corrente elétrica especificada — local não especificado;

**(iii)** CID-10:W87 — Exposição a corrente elétrica não especificada.

a. W87.0 — Exposição a corrente elétrica não especificada — residência;

b. W87.1 — Exposição a corrente elétrica não especificada — habitação coletiva;

c. W87.2 — Exposição a corrente elétrica não especificada — escolas, outras instituições e áreas de administração pública;

d. W87.3 — Exposição a corrente elétrica não especificada — área para a prática de esportes e atletismo;

e. W87.4 — Exposição a corrente elétrica não especificada — rua e estrada;

f. W87.5 — Exposição a corrente elétrica não especificada — áreas de comércio e de serviços;

g. W87.6 — Exposição a corrente elétrica não especificada — áreas industriais e em construção;

h. W87.7 — Exposição a corrente elétrica não especificada — fazenda;

i. W87.8 — Exposição a corrente elétrica não especificada — outros locais especificados;

j. W87.9 — Exposição a corrente elétrica não especificada — local não especificado.

A partir da definição das categorias, foram analisadas as ocorrências em relação ao país e em relação às regiões que englobam as unidades da



federação, no período de 2009 a 2013. Outras condições, como faixa etária, grau de escolaridade e sexo, serão exploradas em trabalhos futuros.

Como apoio as análises foram utilizadas a Norma Regulamentadora nº 10 — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, estabelecida pela Portaria do Ministério do Trabalho e Emprego nº 598 de 07/12/2004, publicada no Diário Oficial da União de 08/12/2004, obtida junto ao TEM, e a Norma Brasileira ABNT NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão, segunda edição de 30/09/2004, válida a partir de 31/03/2005, versão corrigida 17/03/2008, obtida junto à ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas através de convênio com a USP — Universidade de São Paulo.

### 3 Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra as estimativas da população residente no Brasil e regiões no ano 2013.

<b>Brasil e Regiões</b>	<b>População Estimada</b>
<b>Brasil</b>	201.032.714
<b>Região Norte</b>	16.983.484
<b>Região Nordeste</b>	55.794.707
<b>Região Sudeste</b>	84.465.570
<b>Região Sul</b>	28.795.762
<b>Região Centro-Oeste</b>	14.993.191

Tabela 2. Estimativas da população residente no Brasil e regiões no ano 2013 (adaptado de IBGE, 2016).

A região Sudeste é a mais populosa do país, seguida das regiões Nordeste, Sul, Norte e Centro-Oeste. O estado de São Paulo é o mais populoso, seguido dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Sul. A cidade de São Paulo é a mais populosa, seguida das cidades do Rio de Janeiro, Salvador, Brasília e Fortaleza.

Na Figura 1, é apresentada a mortalidade geral e o número de óbitos por causas evitáveis no Brasil no período 2009–2013. As causas de mortes evitáveis são definidas como as que, por ações do sistema de saúde, poderiam ser prevenidas parcial ou totalmente.

A mortalidade geral apresenta tendência de crescimento mais significativa que o número de óbitos por causas evitáveis, embora este também apresente esta tendência.

Compõe o grupo de óbitos por causas evitáveis diversas categorias CID-10 entre elas as categorias:

- (i) CID-10:85 — Exposição a linhas de transmissão de corrente elétrica;
- (ii) CID-10:W86 — Exposição a outra corrente elétrica especificada, e
- (iii) CID-10:W87 — Exposição a corrente elétrica não especificada.

O número de óbitos relacionados especificamente a essas três categorias no Brasil, no período 2009–2013, é apresentado na Figura 2.

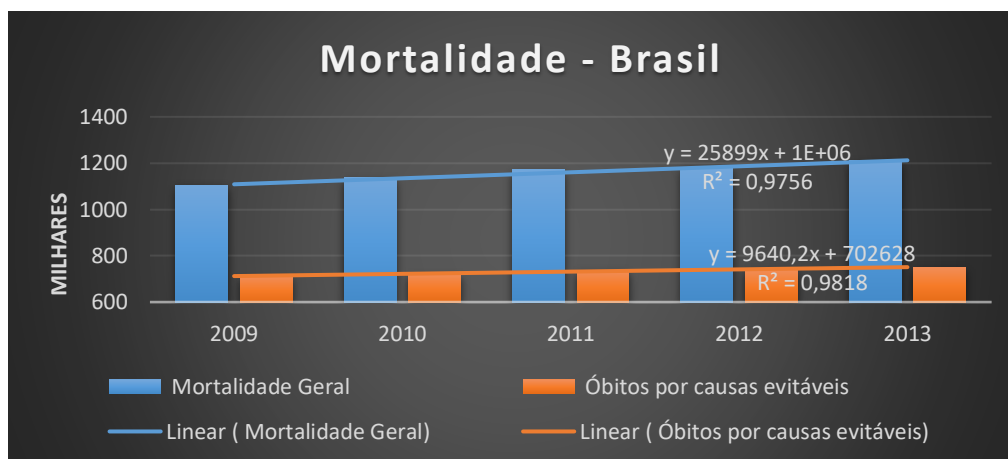


Figura 1. Mortalidade geral e óbitos por causas evitáveis (adaptado de DATASUS, 2016).

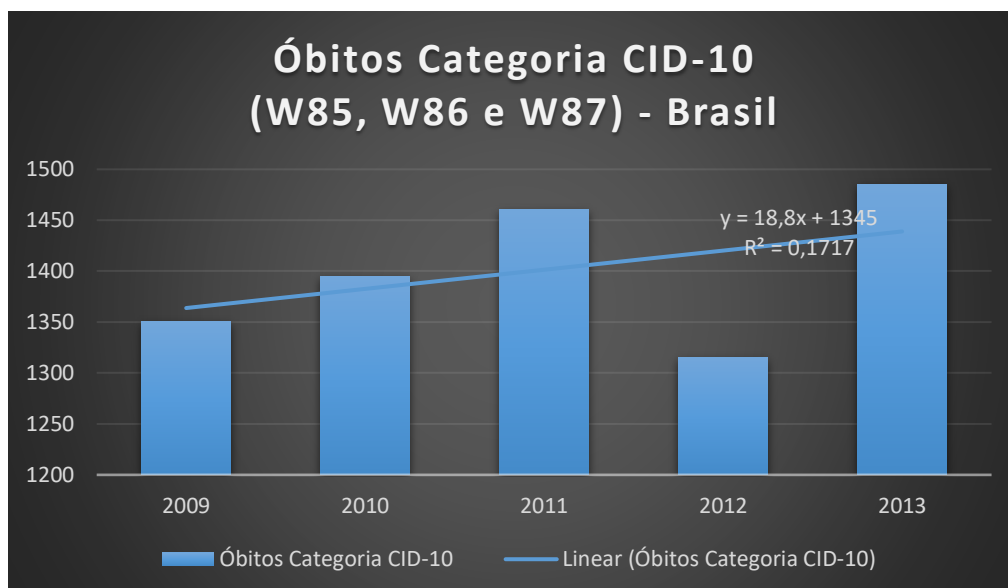


Figura 2. Óbitos no Brasil nas categorias CID-10:W85, CID-10:W86 e CID-10:W87 (adaptado de DATASUS, 2016).

O número de óbitos nas categorias CID-10:W85, CID-10:W86 e CID-10:W87 apresenta tendência de crescimento, mesmo com as variações observadas. As subdivisões dentro das categorias não têm seus dados fornecidos pelo sistema TABNET do DATASUS.

A distribuição do número de óbitos nas categorias CID-10:W85, CID-10:W86 e CID-10:W87 entre as regiões do país, no período 2009-2013, é apresentada na Figura 3.

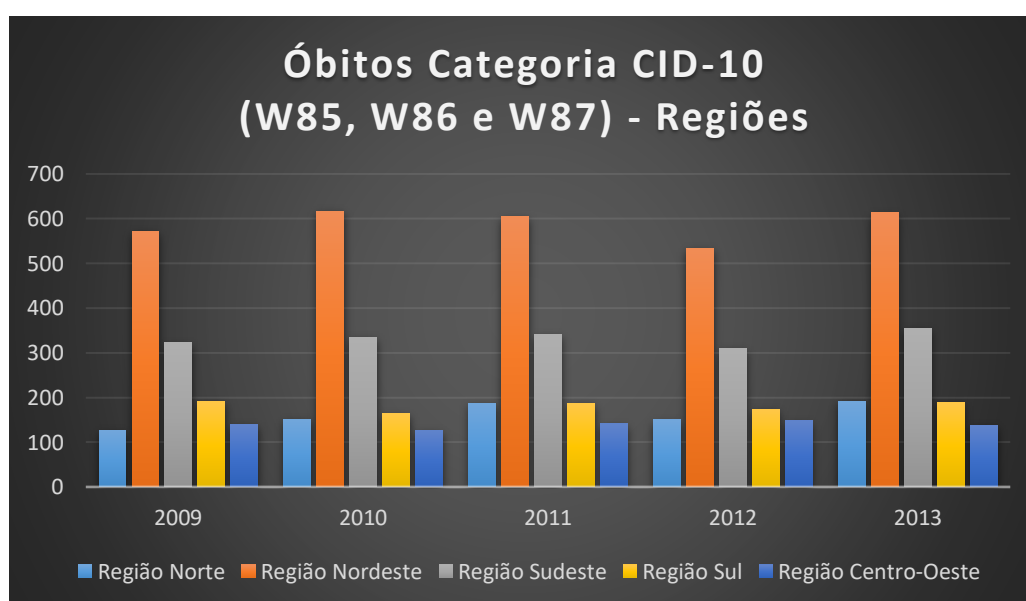


Figura 3. Óbitos distribuídos entre as regiões do país nas categorias CID-10:W85, CID-10:W86 e CID-10:W87 (adaptado de DATASUS, 2016).

Embora em número de habitantes a região nordeste seja a segunda maior do país, conforme exposto na Tabela 1, ela está em primeiro lugar no que diz respeito ao número de óbitos evitáveis nas categorias CID-10:W85, CID-10:W86 e CID-10:W87.

Levando em consideração que a NR-10 foi oficialmente publicada no ano de 2004, cerca de cinco anos antes do período analisado, era esperado uma tendência de queda, ou pelo menos uma estabilização no número de óbitos relacionados às categorias CID-10 mencionadas neste estudo.

A NR-10 estabeleceu, dentre várias recomendações, o treinamento específico dos trabalhadores nos aspectos de segurança e saúde no trabalho, com carga horária e programação mínima, por conta das necessidades e da gravidade da situação de segurança e saúde nas atividades com energia elétrica.

Destaca-se que a NR-10 teve aplicabilidade imediata, porém com prazos para adequação das empresas e treinamento de trabalhadores. Ela prevê que qualquer trabalhador ou pessoa que interaja direta ou indiretamente com energia elétrica, realize trabalhos em condições seguras e salubres. Neste sentido a NBR 5410 indica que o fundamental em relação à proteção contra choques elétricos é de que as partes vivas não devem ser acessíveis, e que as partes condutoras acessíveis não devem representar perigo. São denominadas na norma respectivamente como proteção básica e de proteção supletiva.

Observa-se ainda que, após treinamento, as pessoas estão habilitadas a prestar socorro imediato em caso de acidente com eletricidade, uma vez que a rapidez no tempo de atendimento é fundamental para a preservação da vida em caso de choque elétrico.

Para mitigar o quadro atual, é importante que empresas e funcionários estejam engajados na prevenção de acidentes relacionados à eletricidade, realizando capacitações periódicas, principalmente baseadas nas atuais normas técnicas e regulamentadoras, de modo a melhorar segurança de seus processos.

#### **4 Considerações Finais**

Quando há circulação de corrente elétrica através organismo humano, esta pode provocar diversos efeitos danosos e ter consequências que podem chegar até o óbito.

Os profissionais capacitados e outros trabalhadores que realizam serviços relacionados com energia elétrica estão sujeitos a choques elétricos durante suas atividades. Isto pode ser minimizado, mas não totalmente evitado, quando se cumprem os requisitos estabelecidos nas normas técnicas e nas normas regulamentadoras que tratam de segurança em eletricidade.

É importante que os trabalhadores tenham o conhecimento necessário dos riscos decorrentes do emprego da energia elétrica e das principais medidas de prevenção de acidentes em instalações elétricas.

Além da adoção com mais afinco da NR-10 — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade e das demais normas relacionadas, com realização de treinamentos periódicos, é importante também uma maior ação dos sistemas de saúde, com mais presença e disponibilidade em toda a sociedade.

## Referências

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410 — Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília, 2004.

Brasil. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. **Sistema Único de Saúde/Conselho Nacional de Secretários de Saúde**. — Brasília, 2007. 291 p.

CADICK, J.; CAPELLI-SHELLPFEFFER, M.; NEITZER, D. **Electrical Safety Handbook**. McGraw-Hill, 2005. 560 p.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. Pearson Brasil, 2009. 520 p.

COTRIM, A. A. M. B. **Manual de Instalações Elétricas**. McGraw-Hill, 1985. 434 p.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. LTC, 2007. 452 p.

DATASUS — Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Informações de Saúde (TABNET)**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

CAPPENELE, F. L.; RABI, J. A.; FILHO, L. R. A. G.; GABRIEL, C. P. C. *Análise da incidência de mortes por choques elétricos notificados no SUS no período 2009-2013*. R. Laborativa, v. 5, n. 2, p. 13-26, out./2016. <http://ojs.unesp.br/index.php/rlaborativa>

DI NUBILA, H. B. V.; BUCHALLA, C. M. O papel das Classificações da OMS — CID e CIF nas definições de deficiência e incapacidade. **Rev. Bras. Epidemiol.**, vol. 11, n. 2, pp. 324-335, 2008.

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População para 2013**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2013/>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

MOTTA, E. C. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade/CEFETRS**. Pelotas, 2008. 221 p.

Artigo apresentado em: 13/05/2016

Aprovado em: 15/06/2016

Versão final apresentada em: 30/06/2016