



## Construções etiquetadas

Especialistas de mercado preveem que em 2014, edifícios concebidos para serviços públicos ostentem, de forma obrigatória, a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence)

E MAIS:

CADERNO DE ILUMINAÇÃO

**Em Pauta Iluminação:** Estudo de eficiência elétrica em lâmpadas tubulares LED e fluorescentes tubulares

**Estudo de Caso:** Projeto de iluminação a LED em duas famosas pontes catarinenses reduz transtornos com manutenção e valoriza estética arquitetônica dos ambientes

CADERNO DE ELETRICIDADE

**Especial de Normas:** As novidades na normalização dos SPDA's

**Em Pauta:** A evolução das interfaces usadas na proteção e no chaveamento de cargas

**Espaço do Especialista:** Análise de risco para trabalho com eletricidade

**Entrevista:** Certificação de competências pessoais em atmosferas explosivas

**Evento:** 15ª Hong Kong International Lighting Fair (Autumn Edition)

# AS NOVIDADES NA NORMALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA AS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Por Hélio Eiji Sueta, Geraldo Francisco Burani e Jobson Modena

## RESUMO

Este trabalho apresenta as novidades da norma IEC 62305/2010, que é a base da revisão da norma brasileira NBR 5419/2005.

## 1. INTRODUÇÃO

Com base na norma internacional IEC 62305 [1, 2, 3, 4] publicada em dezembro de 2010, a Comissão de Estudos do Cobei – Comitê Brasileiro de Eletricidade – CE 03:64.10 está revisando a norma ABNT NBR 5419/2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas [5].

Já pelo volume das duas normas pode-se imaginar que as novidades na nova revisão da norma brasileira serão substanciais, porque enquanto a norma brasileira, versão 2005, volume único, foi publicada com 42 páginas, a internacional da IEC é apresentada em quatro volumes com um total de cerca de 400 páginas, se considerarmos somente o texto em inglês.

Este artigo, de forma resumida, pretende apresentar:

- a evolução técnica que a revisão da atual norma brasileira contemplará quando publicada em relação à proteção das estruturas, pessoas e equipamentos contra os efeitos das descargas atmosféricas;
- o estágio atual do trabalho da comissão nesta revisão;
- uma comparação entre custos de implantação de projetos confeccionados conforme as diferentes normas e níveis de proteção.

## 2. PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE A ATUAL NBR 5419/2005 E A IEC 62305/2010

A parte 1 da IEC apresenta os princípios gerais da proteção contra as descargas atmosféricas. Logo na introdução, apresenta a importância de cada parte da IEC e a conexão entre elas: a parte 1 apresenta a descarga atmosférica e os efeitos desta quando atinge uma estrutura ou uma linha e também quando atinge objetos próximos à estrutura sob estudo e/ou próximos às linhas conectadas a esta estrutura. A parte 2 apresenta uma análise de risco referente às descargas atmosféricas, e as partes 3 e 4 apresentam as medidas de proteção, sendo que a parte 3 refere-se à estrutura a ser protegida, no sentido de reduzir os

danos físicos e perigo à vida, através de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), e a parte 4 apresenta as medidas de proteção para reduzir as falhas de sistemas elétricos e eletrônicos dentro da estrutura através das medidas de proteção contra surtos (MPS).

A IEC 62305-1 [1] apresenta muitas novidades para a normalização brasileira, desde a apresentação da fundamentação e terminologia para a análise de risco, que consta da parte 2, diferentemente da NBR 5419/2005, cujo anexo B considera uma quantidade bem menor de parâmetros e, de certa forma, indica apenas a necessidade ou não da proteção. O conceito de zonas de proteção contra raios, assim como alguns parâmetros dos pulsos de corrente são novidades também em termos de normalização. Os principais tópicos da parte 1 que serão acrescentados ao texto da nova NBR 5419 são:

- O aumento do número de definições dos termos técnicos para mais de 50, o que visa claramente ajudar o entendimento do usuário aos conceitos utilizados em todo o texto. Alguns termos aparecem na parte 1 e são novamente definidos em outras partes para facilitar o uso das quatro partes da norma.
- As correntes das descargas atmosféricas são tratadas nos anexos A, B, C e D, assim distribuídos: parâmetros das correntes das descargas atmosféricas no Anexo A; a equação das correntes das descargas atmosféricas em função do tempo, usadas para análises no Anexo B; Informações para simulação das correntes das descargas atmosféricas para ensaios no Anexo C e os parâmetros básicos para simulação dos efeitos das descargas atmosféricas nos componentes do SPDA em laboratório no Anexo D.
- Os efeitos das descargas atmosféricas são tratados de forma particularizada para estruturas e para o fornecimento de serviços (linhas de condutores conectadas à edificação). As tabelas 1 e 2 da norma descrevem, respectivamente, várias situações para ambos os casos.
- Foram criadas quatro diferentes situações de dano, considerando o ponto de impacto na estrutura (descargas na ou próximas à estrutura e descargas sobre ou próximas às linhas conectadas à estrutura) e três situações diferentes considerando o ponto de

impacto em relação às linhas elétricas (descargas atmosféricas na estrutura consumidora e nas ou próximas às linhas elétricas conectadas à estrutura).

Os danos foram divididos em três grupos: danos às pessoas, devidos a tensões de toque e de passo; danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica, liberação de produtos químicos) devidos aos efeitos das correntes das descargas atmosféricas, inclusive centelhamentos e falhas de sistemas internos devidas ao LEMP.

passo, os riscos físicos em estruturas e serviços e as falhas em sistemas elétricos e eletrônicos.

Com os critérios básicos de proteção, é introduzido o conceito de Nível de Proteção contra Descargas Atmosféricas (Lightning Protection Level – LPL), que está diretamente atrelado ao conceito de nível de proteção contra raios, já conhecido na NBR5419, mas a forma de se determinar se o nível de proteção da estrutura é I, II, III ou IV é diferente. No caso da NBR5419, o nível de proteção

## Ao virar a página você verá grandes produtos.

As perdas foram divididas em outros quatro grupos: perda de vida humana; de serviço ao público; de memória cultural e perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, serviços e perdas de atividades).

- O conceito de avaliação de vantagem econômica da implementação da proteção teve sua introdução nesta parte da norma.
- Na IEC62305-1 são tratadas também as medidas de proteção a serem adotadas para reduzir o risco de acordo com o tipo de dano: para reduzir os efeitos das tensões de toque e

é obtido em uma tabela em função da classificação da estrutura (comum, com risco confinado, com risco para os arredores e com risco para o meio ambiente), em função do tipo da estrutura (residências, fazendas, teatros, hospitais, indústrias, refinarias etc.) e também em função dos efeitos das descargas atmosféricas (danos, incêndio, perdas etc.). No caso da IEC 62305, os níveis de proteção estão atrelados à análise de risco realizada para a estrutura a ser estudada.

A parte 1 apresenta também o conceito de zona de proteção

contra raios, até o momento existente somente nas normas internacionais.

A parte 2 [2] da série IEC 62305 trata sobre o gerenciamento de risco em relação às descargas atmosféricas. Esta parte modifica bastante o atual anexo B da NBR5419 por ser muito mais abrangente, dando uma visão bem diferente nesta questão de análise de risco. Analisa os danos que podem acontecer nas estruturas, as falhas associadas aos sistemas elétricos e eletrônicos e até aos seres vivos na estrutura ou perto delas na ocorrência das descargas atmosféricas. Esta parte apresenta também uma tabela com os riscos toleráveis que devem ser seguidos através de ações nas medidas de proteção de forma que estes estejam dentro dos valores aceitáveis nos projetos. Baseados nesta norma, alguns programas computacionais foram desenvolvidos e já apresentados em congressos nacionais e internacionais nesta área.

A parte 3 trata da proteção, dentro e ao redor da estrutura,

bem diferentes para os diversos níveis de proteção; enquanto as malhas pela NBR podem chegar a 5 x 10 m (I); 10 x 20 m (II); 10 x 20 m (III) e 20 x 40 m (IV), as malhas pela IEC são definidas em 5 x 5 m (I); 10 x 10 m (II); 15 x 15 m (III) e 20 x 20 m (IV). Assim, as malhas descritas na IEC possuem dimensões menores, aumentando a proteção das edificações, porém, aumentando também o material necessário para esta proteção.

Em relação ao subsistema de descidas, a NBR apresenta a Tabela 2 com os seguintes espaçamentos médios: 10 m para nível I; 15 m para nível II; 20 m para nível III e 25 m para nível IV, a IEC apresenta como distâncias típicas: 10 m (I); 10 m (II); 15 m (III) e 20 m (IV). Apesar de esses parâmetros nas duas normas serem próximos, em muitos casos, o número de descidas para uma mesma edificação poderá ser diferente, por exemplo, uma edificação classificada como nível III, com 300 metros de perímetro, pela NBR5419 necessitaria de 15 descidas, no entanto, pela

**A Magnet apresenta à você alguns de seus produtos.**

Acesse no site e confira nossa linha completa.

[www.mmmagnet.com.br](http://www.mmmagnet.com.br)



**Telefone: 11 4176-7877**

contra os danos físicos à estrutura e também ferimentos aos seres vivos devido às tensões de toque e de passo e de possíveis descargas laterais. A análise desta parte, que é a mais próxima à atual norma brasileira, mostrou que existem diversas diferenças entre a atual norma brasileira e a futura norma. Como já apresentado em trabalho anterior [6], a seguir algumas das principais diferenças entre as normas:

Em relação ao subsistema de captação utilizando o método das malhas: em relação às malhas, as dimensões podem ser

IEC, este número subiria para 20 descidas.

Em relação à seção dos condutores, algumas pequenas diferenças também podem ser notadas nas seções mínimas especificadas para os materiais a serem utilizados nos SPDA's. A NBR5419 apresenta a Tabela 3 com as seções mínimas para cobre, alumínio e aço galvanizado a quente ou embutido em concreto para serem utilizados nos subsistemas de captação, descidas e aterramento. A IEC apresenta os materiais de forma mais detalhada em duas tabelas, a de Nº 6 (subsistemas de captação e de descidas) e de

	IEC						ABNT	
	Externo			Armaduras			EXT.	ARM.
	I (Proj. 3)	II (Proj. 8)	III (Proj. 4)	I (Proj. 5)	II (Proj. 2)	III (Proj. 7)	III (Proj. 1)	III (Proj. 6)
Material	55	48	35	15	11	10	23	8,6
Mão de obra	100	83	61	43	34	33	42	33
Total	155	131	96	58	45	43	65	41,6

**Tabela 1: Comparação entre os custos para cada tipo de projeto.**

Nota: Os valores indicados são milhares de reais, ou seja, o número 55 (na tabela, o número superior esquerdo) significa que o custo de material do projeto segundo a norma IEC utilizando descidas externas e anel de aterramento, para nível de proteção I, é de R\$55 mil.

Nº 7 (subsistema de aterramento).

De uma forma geral, as tabelas da IEC são bem mais detalhadas, descrevendo diversas configurações possíveis (na forma de fita sólida, barra arredondada sólida, cabo trançado) e diversos materiais (cobre, cobre estanhado, alumínio, liga de alumínio, aço galvanizado a quente e aço inoxidável). Os valores de seção mínima definidos pela IEC, de uma forma geral, são maiores que os descritos na NBR. A título de exemplo, para os subsistemas de captação e de descidas, a NBR prevê seções mínimas de 35mm<sup>2</sup> e 16mm<sup>2</sup> (estruturas de altura até 20 metros) para cabos de cobre. Já na IEC, a seção mínima nestes casos é de 50mm<sup>2</sup>.

Como já mencionado, a escolha do nível de proteção é bastante diferente entre as normas. Enquanto a norma brasileira fornece a tabela B.6 com “Exemplos de classificação de estruturas”, na qual o nível de proteção é definido para cada tipo de estrutura (residências, por exemplo, nível III) e em função dos efeitos das descargas atmosféricas, a IEC é resultado de uma análise de risco a ser realizada para cada estrutura.

A parte 4 [4] refere-se à proteção dos sistemas eletroeletrônicos dentro das edificações. Baseia-se principalmente nos conceitos de zonas de proteção com o objetivo de reduzir os riscos de falhas permanentes nos equipamentos devido aos surtos eletromagnéticos provocados pelas descargas atmosféricas. Nesta norma, são utilizados os conceitos de aterramento e equipotencialização, blindagens magnéticas e roteamento de cabos e de proteção utilizando os dispositivos de proteção contra surtos e a coordenação entre estes. O conjunto de ações descritas nesta parte da norma forma o MPS – Medidas de Proteção contra Surtos que, a partir da publicação da revisão da norma brasileira, fará parte de uma forma mais detalhada na proteção geral contra as descargas atmosféricas.

Assim, a adoção da futura revisão da norma brasileira, apesar de encarecer a implantação em alguns casos, dará um salto substancial na qualidade da instalação assim como na segurança das estruturas e das pessoas que nela transitam.

Analisando as diferenças entre as normas citadas, podemos verificar que as recomendações da IEC são mais rigorosas, sempre a favor da segurança; no entanto, para os projetos conhecidos como tradicionais, ou seja, com condutores externos expostos,

a quantidade de material necessário é maior.

No caso do uso das armaduras de concreto dos pilares e da fundação como elementos naturais, esta quantidade de material é reduzida.

### 3. COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS CONFECCIONADOS CONFORME AS DIFERENTES NORMAS

Apenas para se ter ordens de grandeza dos custos envolvidos na implantação de projetos de SPDA conforme as normas (brasileira e internacional), foram confeccionados projetos segundo a IEC para os três níveis de proteção e com duas filosofias distintas: uma utilizando descidas externas e anel de aterramento (com cabos de cobre nu) e a outra utilizando as armaduras de concreto dos pilares e fundação como sistema de aterramento e de descidas [7].

Os projetos realizados conforme a ABNT NBR 5419 também foram confeccionados para estas duas filosofias distintas, porém considerando um nível de proteção III que é o indicado pela norma. De posse dos oito projetos, foram levantados os custos de materiais e de mão de obra necessários para a implantação destes projetos.

Eles foram desenvolvidos para uma edificação considerada típica para a cidade de São Paulo (informações obtidas no SECOVI).

As comparações foram feitas com o objetivo de detectar as diferenças entre os custos de implementação dos projetos de acordo com a ABNT NBR 5419/2005 e os feitos de acordo com a IEC 62305/2006.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos custos de implantação dos projetos analisados.

Estes valores são estimados e correspondem ao custo de material e de mão de obra utilizados somente por uma empresa (cálculos, levantamento de materiais e mão de obra realizados pelo pessoal técnico da Termotécnica Ind. E Com. LTDA). No Brasil, estes custos podem variar de empresa para empresa, uma vez que tanto o material empregado como a mão de obra utilizada podem ter valores muito diferentes.

Este estudo demonstrou que o custo envolvido na implementação de oito projetos de SPDA diferentes para um mesmo edifício

não é o mesmo. O projeto que utiliza descidas externas segundo a IEC tem o custo mais alto, seguido pelo projeto similar segundo a NBR. Os projetos que utilizam componentes naturais mostraram custos mais baixos.

Nestes custos, estão contabilizados somente os valores referentes às implantações do SPDA. Não estão contabilizados os custos das Medidas de Proteção contra Surtos (MPS), nem de medições de continuidade, estudos e relatórios de análise de risco.

Em relação às comparações de custos, estes são maiores utilizando-se as recomendações da IEC, principalmente se forem utilizadas descidas externas e anel de aterramento e se a análise de risco indicar que a edificação (no caso para uso estritamente residencial) deva ter nível de proteção I. No caso de se utilizar as armaduras de concreto, os custos de implantação são muito menores e as diferenças de custos entre as normas também.

Além das diferenças em relação aos custos de implementação dos projetos, não podemos esquecer as questões de segurança e também os avanços tecnológicos e maior amplitude atingida com a norma IEC. As recomendações da IEC são muito mais detalhadas e baseadas em uma tecnologia atual e segura. Muitos aspectos que não foram incluídos na atual norma brasileira estão considerados na IEC.

#### 4. ATUAL ESTÁGIO DA REVISÃO DA NORMA BRASILEIRA

A Comissão de Estudos do Cobei – Comitê Brasileiro de Eletricidade – CE -03:64.10, está revisando a ABNT NBR5419/2005 desde a publicação da norma, em julho de 2005, uma vez que já possuía, na época, os projetos de norma da IEC. O texto correspondente à parte 1 da IEC foi trabalhado na comissão nos anos de 2005 e 2006 e o texto referente à parte 3 está sendo trabalhado desde 2007 até os dias de hoje.

Por muito tempo, o texto foi discutido passo a passo em reuniões mensais presenciais, mas por ser um texto extenso, o trabalho andou bem devagar. No ano de 2010, as reuniões presenciais foram substituídas por reuniões virtuais, que se mostraram mais produtivas. Nos anos de 2011 e 2012, estas reuniões virtuais foram realizadas com maior frequência, com objetivo de definir os termos, suas traduções oficiais e definições que constarão das quatro partes, e os trabalhos foram divididos entre os participantes mais ativos da comissão, e assim, agora, em meados de 2013, três partes da norma estão prontas para a votação e outra parte está sendo formatada para que as quatro partes sejam enviadas para a votação juntas. Espera-se que até o final deste ano as quatro partes já tenham sido votadas e, após a avaliação dos votos pela comissão, estejam publicadas em 2014.

#### 5. CONCLUSÕES

Este artigo apresenta as principais diferenças entre a norma brasileira ABNT NBR5419/2005 e a IEC 62305/2010. Analisa também os custos envolvidos na execução de oito diferentes projetos baseados nestas normas. Apresenta as principais vantagens em utilizar as diferentes tecnologias envolvidas descritas nas normas e também um estudo econômico referente à diferença de custos envolvidos em cada projeto. Além disto, informa como estão os estudos referentes a este assunto no País (trabalho da CE 64:10 do Cobei) e no mundo (trabalho do TC 81 da IEC).

A atual norma brasileira está sendo revisada com base nas séries da IEC 62305 (que também foi revisada e possui uma revisão publicada no final de 2010). Quando a revisão da NBR5419 for publicada, uma mudança substancial na aplicação da nova norma ocorrerá. Além de um aumento nos custos de implantação dos sistemas de proteção, os conceitos envolvidos nesta área serão ampliados substancialmente.

A abrangência da proteção também será muito maior, pois serão analisados todos os tipos de danos atrelados às descargas atmosféricas, já que estas atingem diretamente as estruturas ou as linhas ou as linhas que estão conectadas às estruturas. Além disto, serão considerados de uma forma mais completa a proteção das pessoas dentro das estruturas ou próximas a elas e também os efeitos de eventuais danos às vizinhanças das estruturas e ao meio ambiente.

As proteções dos equipamentos e aos serviços também estarão mais clara e detalhadamente definidas nesta revisão, na qual conceitos que antes só apareciam em trabalhos técnicos são agora normalizados, por exemplo, os das zonas de proteção, os conceitos de blindagens de ambientes e de condutores, roteamento de condutores, suportabilidade de equipamentos a impulsos, coordenação de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), entre outros.

A futura revisão da norma trará com detalhes o fenômeno da descarga atmosférica e seus parâmetros de uma forma mais científica e mais abrangente, apresentando os diferentes tipos de descargas e seus parâmetros e indicando as influências de cada um deles nos diversos tipos de danos possíveis. Além disto, apresentará as diversas formas de simulação dos efeitos das descargas, seja através de ensaios em laboratórios ou também através de modelamentos matemáticos e computacionais.

A publicação da revisão da norma brasileira será um marco na ciência de proteção de estruturas e pessoas contra descargas atmosféricas. Se a atual versão da norma brasileira apresenta de forma resumida e cartesiana os conceitos e parâmetros de proteção, a nova versão amplia estes conceitos e apresenta, de uma forma mais científica e abrangente, diversos aspectos de proteção a possíveis danos relacionados às descargas atmosféricas.

## 6. REFERÊNCIAS

[1] IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305 -1, 2ª edition, 2010 – Protection against lightning – Part 1: General principles.

[2] IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305 -2, 2ª edition, 2010 – Protection against lightning – Part 2: Risk Management.

[3] IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305 -3, 2ª edition, 2010 – Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.

[4] IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305 -4, 2ª edition, 2010 – Protection against lightning – Part 4: Electrical and Electronic Systems within Structures.

[5] ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5419-2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

[6] LEITE, D. M., MODENA, J., SUETA, H.E. – “Present situation of structures lightning protection standardization and comparisons between the valid brazilian standard and the 62305 IEC series”. (IX International Symposium on Lightning Protection – SIPDA 2007 – Foz do Iguaçu – PR. – Novembro 26-30, 2007 – sessão IX – Proceedings pgs. 439 to 443.

[7] SUETA, H.E.; GRIMONI, J.A.B.; MODENA, J.; OLIVEIRA, J.B.; ALVES, N.V.B. – “Comparative analysis of LPS designs developed in accordance with both ABNT NBR 5419/2005 and IEC 62305/2006”. (GROUND’2010 & 4th LPE – International Conference on Grounding and Earthing & 4th International Conference on Lightning Physics and Effects – Salvador – Bahia – Novembro, 2010)

---

>> Hélio Eiji Sueta é engenheiro eletricista, formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1981, mestre em Engenharia Elétrica (EPUSP – 1998) e doutor em Engenharia Elétrica (EPUSP, 2005). Nascido em São Paulo, é atualmente chefe adjunto da Divisão Científica de Energia e Ambiente do Instituto de Energia e Ambiente da USP (IEE-USP). Foi chefe da Seção Técnica de Altas Correntes por mais de 10 anos, onde se especializou em ensaios de curto-circuito e interrupção de altas correntes de equipamentos elétricos de potência. Desenvolveu sua tese de doutorado na área de proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Participa em comissões de normalização, sendo o secretário da CE 64.10 (Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas), e também de certificação de produtos. É representante brasileiro na IEC (TC 81 – Lightning Protection).

>> Geraldo Francisco Burani é engenheiro eletricista, pela EPUSP, licenciado em Física pela EEUSP, mestre em engenharia elétrica, EPUSP e doutor em engenharia elétrica, EPUSP. Atualmente é vice-prefeito da Cidade Universitária da USP e professor da EPUSP e IEE-USP. Foi vice-diretor do IEE-USP de 1999 a 2002 e diretor de 2002 a 2006.

>> Jobson Modena é diretor da Guismo Eng., atual coordenador da CE que revisa a NBR5419 e representante brasileiro junto ao TC 81 da IEC.