

## Acidentes com descargas atmosféricas

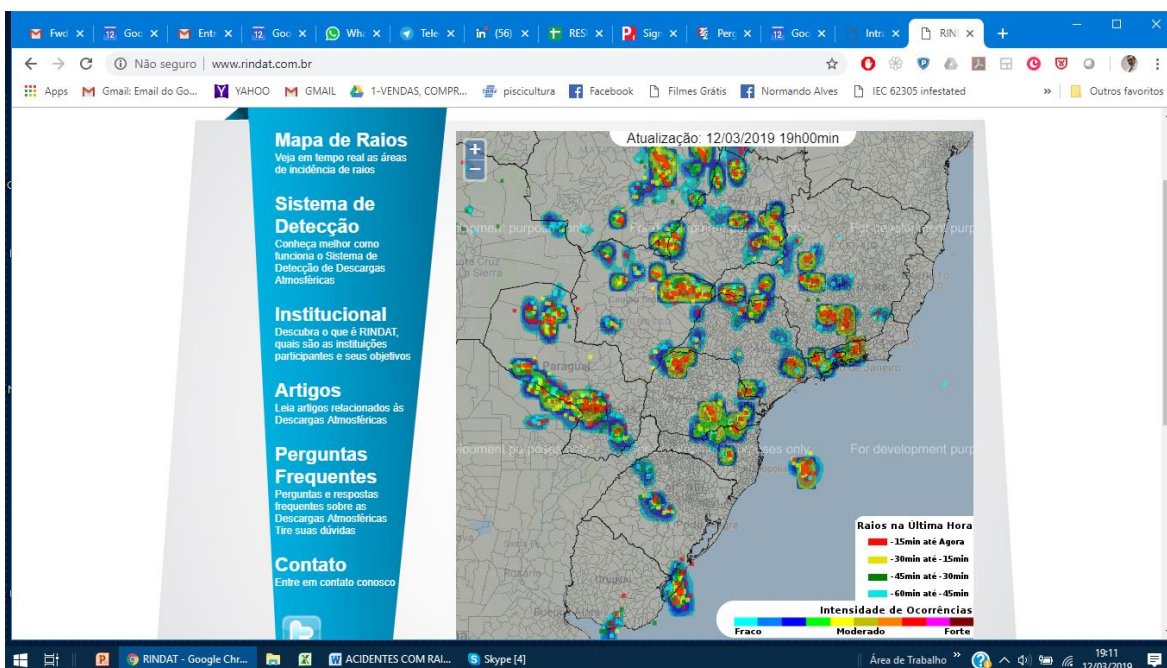
por Eng. Normando V.B. Alves

O assunto "raios" é cercado pelos leigos por um incrível repertório de crendices, misticismo, fantasias e suposições de extrema criatividade que chegam a ser engraçados. Onde começam ou quem as inventa, ninguém sabe, mas tudo leva a crer que a maioria são heranças hereditárias, principalmente das regiões interioranas. Quem nunca ouviu dizer que, para-raios, árvores, chifre de boi, espelhos e utensílios atraem raios? Que um raio não cai duas vezes no mesmo local ou que o pára-raios não funciona pois os equipamentos eletrônicos foram queimados? Crendices à parte é importante lembrar que o Brasil é campeão mundial em descargas atmosféricas com aproximadamente 200 milhões de raios por ano e em torno de 130 pessoas morrem anualmente em acidentes provocados por raios.

O objetivo deste trabalho é relatar e mostrar alguns acidentes que vêm sendo colecionados pelo autor ao longo dos anos e agora serão publicamente mostrados. Juntamente com algumas das fotos serão feitas observações tentando, dentro do possível, apresentar algumas justificativas técnica para explicar esses eventos.

É importante realçar o trabalho desenvolvido na área de pesquisas pelo consórcio formado pela Cemig, Furnas, Simepar e Inpe, chamado de RINDAT ([www.rindat.com.br](http://www.rindat.com.br)), através do sistema nacional integrado de monitoramento de tempestades, o qual faz o monitoramento das tempestades possibilitando o aviso antecipado de áreas de risco como refinarias, empresas de explosivos, associações de agricultores etc.

Na foto **abaixo** vemos a densidade de ocorrência de descargas atmosféricas, por exemplo no dia 12/03/2019, com atualizações a cada 15m. Não é uma visão precisa, mas dá uma ideia aproximada do que está acontecendo em termos de descargas atmosféricas.



Por se tratar de um evento da natureza, nenhum sistema de proteção é 100% eficiente, variando essa eficiência entre 80% a 98%, dependendo do nível de proteção adotado. A Norma técnica da ABNT que regulamenta este tipo de proteção é a Norma NBR5419/2015, partes 1 a 4.

Esta Norma é destinada à proteção patrimonial, de pessoas e instalações mas é bom lembrar que o melhor local seguro em época de tempestades é dentro das edificações, preferencialmente edificações com proteção dentro

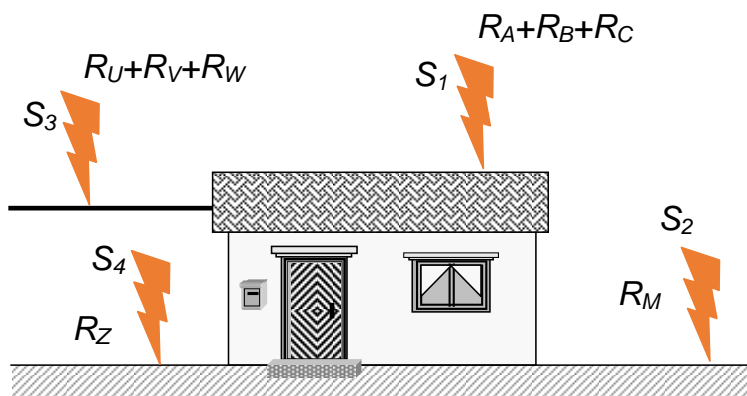
das Normas. Não existe proteção para áreas abertas, uma vez que o risco de acidente fatal é muito alto. Cuidado com sistemas não normalizados que prometem proteção em áreas abertas, pois são ilegais e ineficientes.

A imagem **abaixo**, retirada do site do RINDAT, mostra a rede de torres de monitoramento das descargas atmosféricas.



A NBR 5419/2015 aborda quatro situações possíveis de uma descarga atmosférica causar danos a uma edificação ou aos serviços que entram ou saem desta, que são as descargas tipo S1, S2, S3 e S4.

Para fazer o gerenciamento de risco (parte 2 da NBR 5419/2015) da edificação é necessário levar em consideração essas quatro possibilidades e somar os riscos parciais para cada situação e verificar se ao final do gerenciamento os riscos toleráveis máximos de R1, R2, R3 ou R4 foram atendidos. Em caso negativo, medidas adicionais devem ser tomadas para que estes fiquem dentro dos limites aceitos como toleráveis (tabelas 1 e 2).



Ponto de impacto		
	S1	Na estrutura
	S3	Na linha de serviço
	S2	Próximo à estrutura
	S4	Próximo à linha de serviço

As descargas do tipo S1 e S3 podem provocar choque elétrico, incêndio na edificação e danos nos equipamentos, através dos riscos  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_U$ ,  $R_V$  E  $R_W$ .

As descargas do tipo S2 e S4 só provocam danos nos equipamentos através dos riscos  $R_Z$  e  $R_M$ , por se tratarem dos efeitos indiretos dos raios sobre os serviços/instalações.

Em cada projeto, é necessário analisar quais riscos existem, R1, R2, R3, R4 para cada caso, e focar na redução dos mesmos. A tabela 2 dá essa diretriz.

**1 – Tabela de relação entre as fontes de danos e os riscos**

Fonte de danos	Descarga na estrutura S1			Descarga perto da estrutura S2	Descarga em uma linha conectada a estrutura S3			Descarga perto de uma linha conectada a estrutura S4
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
<b>Componente de risco</b>	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
<b>Risco para cada tipo de perda</b>								
R1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R2		*	*	*		*	*	*
R3		*				*		
R4	* b	*	*	*	* b	*	*	*

<sup>a</sup> Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam por em perigo a vida humana.

<sup>b</sup> Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

**2 – Tabela que relaciona riscos com medidas para reduzir riscos**

Medidas de proteção	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
Resistividade do piso	X				X			
Restrições físicas, isolamento, avisos	X				X			
SPDA	X	X	X	X	X	X		
DPS nas entradas das linhas	X	X			X	X		
Interfaces isolantes			X	X	X	X	X	X
DPS nos quadros e/ou equipamentos			X	X			X	X
Blindagem externo e/ou externa			X	X				
Blindagem de linhas do lado de fora					X	X	X	X
Blindagem de linhas do lado de dentro			X	X				
Não criar laços / loops nas instalações			X	X				
Equipotencialização entre equipamentos			X					
Sistema de combate a incêndio		X				X		

### 3 – Tabela dos riscos toleráveis

Risco de perda		R <sub>T</sub>
R1	Risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10 <sup>-5</sup>
R2	Risco de perda de serviço ao público	10 <sup>-3</sup>
R3	Risco de perda de patrimônio cultural	10 <sup>-4</sup>
R4	Risco de perda de valor econômico	

Para R4, caso não haja um número determinado por um órgão competente, a Norma sugere 10<sup>-3</sup>.

Iremos, em seguida, mostrar alguns acidentes reais ocorridos e tentar descobrir as fontes de danos.

Descarga tipo S1



Foto 1  
Dano mecânico comum em quinas de prédios  
(ausência de proteção normalizada)  
Local: Estoril - Belo Horizonte - MG



Descarga tipo S1



Foto 2  
Dano mecânica na quina com desprendimento de material, apesar do captor radioativo existente (ausência de proteção normalizada)  
Local: Sto. Agostinho - Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S1



Foto 3  
Dano mecânico em quina. Prédio atingido pela segunda vez. Na foto da esquerda dá para ver os dois locais de impacto em épocas diferentes.  
Local: Alto da Barroca - Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S1, lateral e centelhamento (distância de segurança não respeitada)

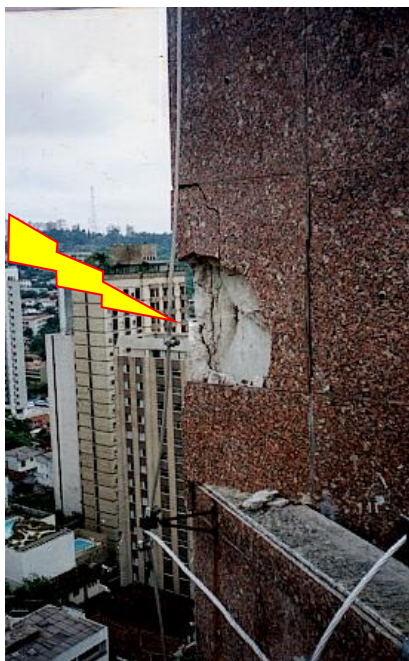


Foto 4  
Centelhamento entre o cabo de descida e a estrutura do prédio (ausência de vinculação)  
Local: Bairro Lurdes - Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S1



Foto 5  
Descarga lateral que atingiu uma casa de 1 pavimento. Este tipo de acidente é incomum em edificações baixas  
Local: Bairro Castelo em Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S1 (em árvore)



Foto 6  
Raio que atingiu uma árvore  
Local: Serra da Piedade – Catés - MG

Descarga tipo S1

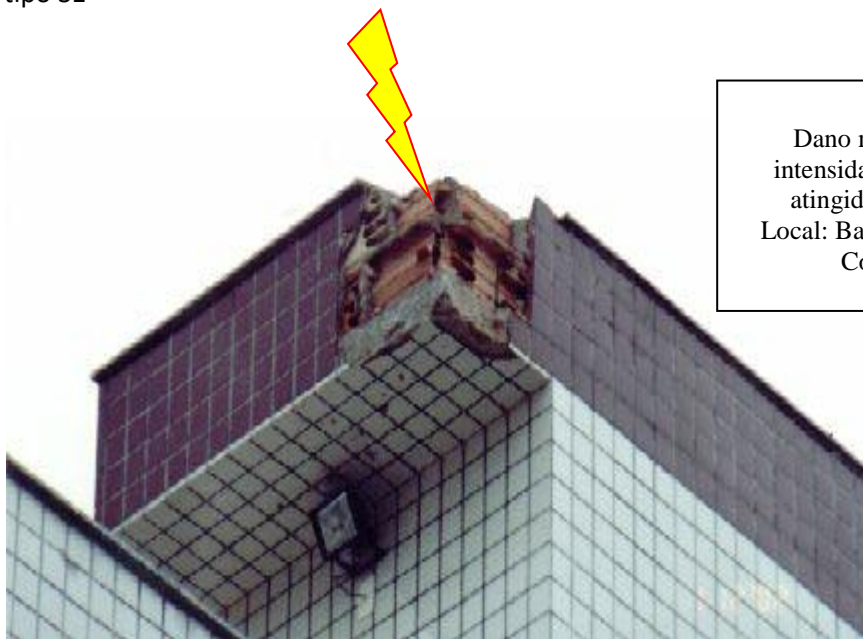


Foto 7  
Dano mecânico de média  
intensidade em quina. Prédio  
atingido pela segunda vez  
Local: Bairro Retiro das Pedras  
Contagem - MG



Descarga tipo S1



Foto 8  
Dano mecânico comum em quinas de prédios  
(ausência de proteção normalizada)  
O prédio possuía um captor radioativo  
Local: Santa Lúcia - Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S1 e distância de segurança insuficiente e/ou esforço eletromecânico excessivo



Foto 9  
Dano provocado pelo esforço mecânico ou  
centelhamento para a estrutura.  
(ausência de proteção normalizada)  
Local: Buritis - Belo Horizonte - MG



Descarga tipo S1 e ou S3 (R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub> e R<sub>W</sub>)

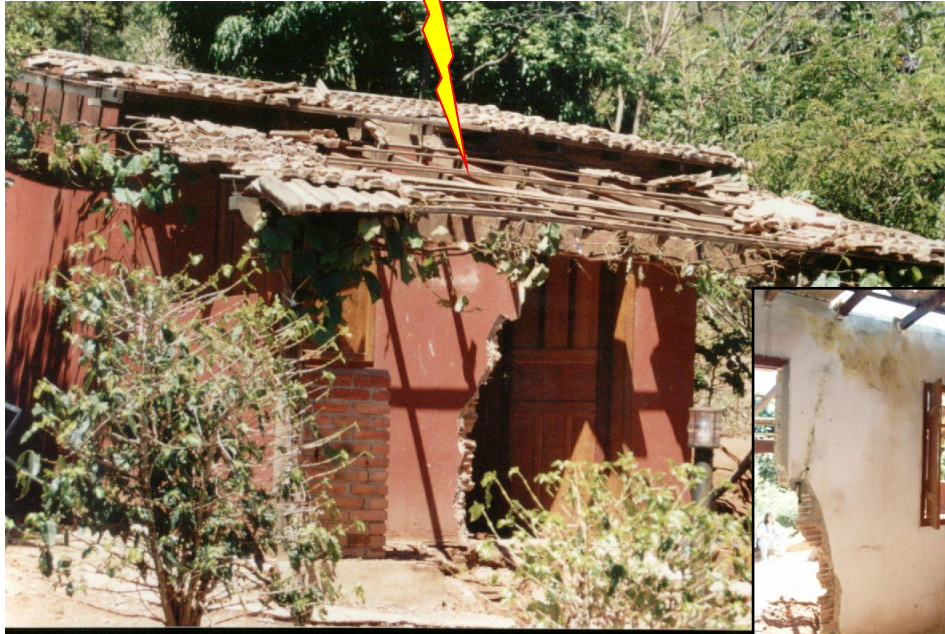


Foto 10  
O raio entrou pelo telhado, desceu pela fiação do interruptor e derrubou a parede para chegar no solo. Derreteu toda a fiação e tubulação de PVC, destruiu o padrão de energia e o transformador, logo acima deste.  
Local: Moeda - MG



Descarga tipo S1



Foto 11  
A descarga atingiu a parede a 1 metro do solo, desprezando o portão e corrente metálica próximos, comprovando o seu comportamento imprevisível.  
Juatuba - MG

Descarga tipo S1 (distância de segurança insuficiente)



Foto 13  
Poderia ter sido uma descarga lateral, porém é mais provável de ter ocorrido um centelhamento entre o condutor de descida e a ferragem da estrutura por falta de vinculação.  
Santa Lúcia – Belo Horizonte - MG

Descarga tipo S2 e/ou S4



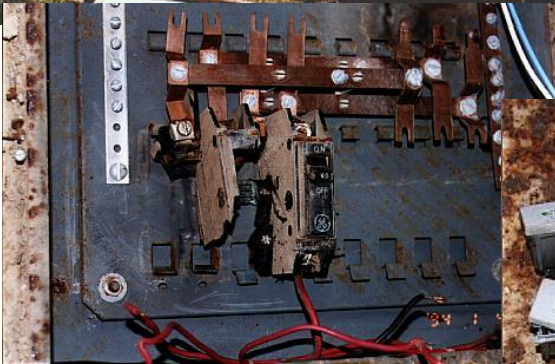
Foto 15  
Posto de combustível danificado por uma descarga que caiu no prédio vizinho e provocou a explosão do tanque subterrâneo que por azar estava vazio, porém cheio de gases (área classificada)  
Local: Belo Horizonte - MG



Descarga tipo S2 e evidências claras de  $R_c$  e  $R_w$ , e grande potencialidade para RB, RV, RU e RA



Foto 14  
A descarga atingiu a palmeira da direita, gerou um surto induzido na rede elétrica da casa localizada a aprox. 20 metros. A instalação elétrica ainda não tinha sido inaugurada. Verificar o dano mecânico no meio fio próximo da árvore.  
Local: Nova Lima - MG



Descarga tipo S1

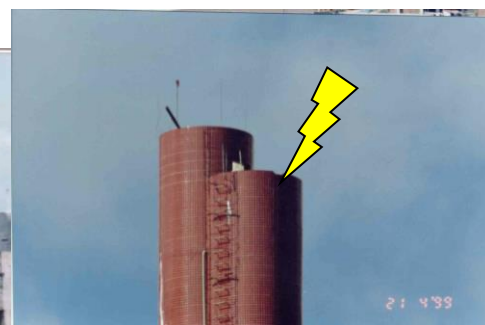
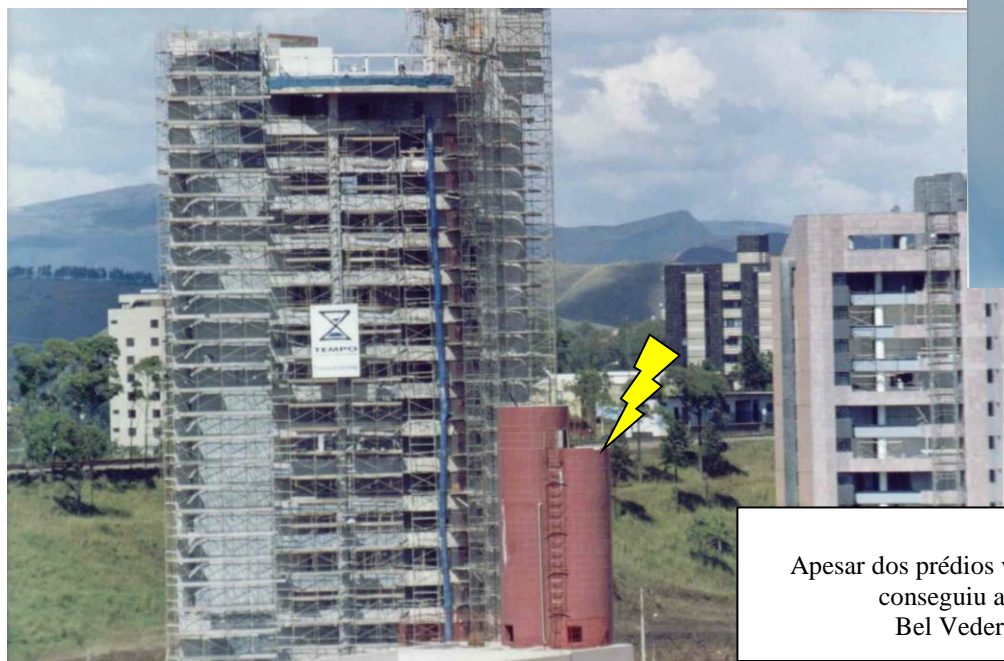


Foto 12  
Apesar dos prédios vizinhos bem mais altos a descarga conseguiu atingir o prédio mais baixo.  
Bel Vedere – Belo Horizonte - MG



Fotos de raios em quinas de edificações do tipo S1  
(Notadamente as mais frequentes)



Bairro: Cruzeiro  
Belo Horizonte - MG



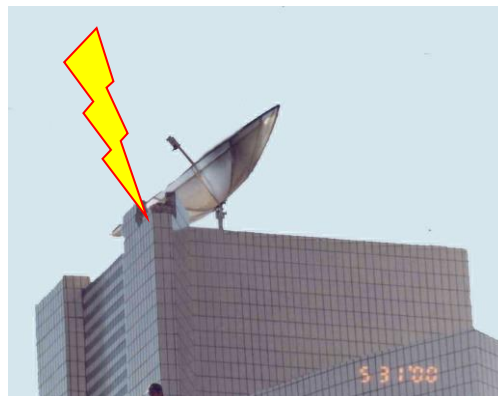
Bairro: Cond. Village Terrace  
Nova Lima - MG



Bairro: Funcionários  
Belo Horizonte - MG



Bairro: Sta. Efigênia  
Belo Horizonte - MG



Bairro: São Lucas  
Belo Horizonte - MG



Bairro: Belvedere  
Belo Horizonte - MG

Está cientificamente comprovado, por meio de diversas ferramentas, inclusive o método das esferas rolantes, que as quinas são os locais prediletos das descargas atmosféricas para atingir a edificação, devido à grande concentração de ferragens do encontro de pilares com vigas e lajes, intensificando o campo elétrico propiciando a ascensão de líderes ascendentes que tentam se conectar com o líder descendente.

Por este motivo, no dimensionamento do SPDA, uma atenção especial deverá ser dada às quinas, principalmente as quinas mais externas, uma vez que estas são alvos fáceis das descargas atmosféricas.

**NOTA:** todas as fotos usadas são de propriedade e autoria do autor do artigo.

Eng. Normando V.B. Alves é diretor de Engenharia da Termodtécnica para-raios.

