

FREQUÊNCIAS PARCIAIS DE DANOS NA NBR 5419-2:2026: COMO IDENTIFICAR A PARCELA DOMINANTE

Entenda as frequências parciais de danos da NBR 5419-2:2026, como identificar a parcela dominante e como o resultado orienta MPS, DPS, blindagem e outras medidas de proteção.

SUMÁRIO

1. O QUE SIGNIFICA DECOMPOR A FREQUÊNCIA DE DANOS	4
2. POR QUE A PARCELA DOMINANTE IMPORTA PARA A ENGENHARIA	6
3. FREQUÊNCIA DE DANOS EM EQUIPAMENTOS EXPOSTOS DIRETAMENTE	7
4. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA NA PRÓPRIA ESTRUTURA	7
5. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA PRÓXIMA DA ESTRUTURA	8
6. FREQUÊNCIAS ASSOCIADAS A DESCARGAS DIRETAMENTE NAS LINHAS CONECTADAS	8
6.1. CORRENTE IMPULSIVA TRANSMITIDA DIRETAMENTE AO EQUIPAMENTO	8
6.2. SOBRETENSÃO TRANSMITIDA PELA LINHA	8
7. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA PRÓXIMA DA LINHA	9
8. AS SEIS FREQUÊNCIAS PARCIAIS EM UMA VISÃO ÚNICA	9
9. COMO IDENTIFICAR A PARCELA DOMINANTE	10
10. EXEMPLO CONCEITUAL: DATA CENTER COM FALHAS RECORRENTES	12
11. EXEMPLO CONCEITUAL: ESTAÇÃO REMOTA DE SANEAMENTO	12
12. O EQUIPAMENTO MAIS VULNERÁVEL PODE CONTROLAR O RESULTADO	12
13. COMO O ROTEAMENTO DE CABOS ALTERA A FREQUÊNCIA DE DANOS	13
14. COMO A TENSÃO SUPORTÁVEL DOS EQUIPAMENTOS INFLUENCIA AS PARCELAS	13
15. O PAPEL DO SISTEMA COORDENADO DE DPS	13
16. FREQUÊNCIA TOTAL ABAIXO DO LIMITE NÃO ELIMINA A NECESSIDADE DE ENGENHARIA	14
17. SISTEMAS CRÍTICOS E FREQUÊNCIA TOLERÁVEL	14
18. QUANDO CALCULAR POR ZONA, SISTEMA OU EQUIPAMENTO	14
19. COMO COMPARAR ANTES E DEPOIS DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO	15
20. ERROS COMUNS NA LEITURA DAS FREQUÊNCIAS PARCIAIS	15
20.1. SOMAR PARCELAS QUE NÃO SÃO APLICÁVEIS	15
20.2. IGNORAR LINHAS DE SINAL	15
20.3. TRATAR TODO CABEAMENTO COMO EQUIVALENTE	16
20.4. CONSIDERAR DPS SEM COMPROVAR COORDENAÇÃO	16
20.5. USAR A FREQUÊNCIA TOTAL SEM MOSTRAR AS PARCELAS	16
20.6. CONFUNDIR FREQUÊNCIA DE DANOS COM RISCO	16
21. O QUE UMA MEMÓRIA DE CÁLCULO DEVERIA APRESENTAR	16
22. DA FREQUÊNCIA PARCIAL AO PLANO DE ADEQUAÇÃO	16
23. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
23.0.1. Soluções relacionadas	18

23.0.2. Serviços relacionados	18
23.0.3. Conteúdos principais sobre o tema	18
23.0.4. Conteúdos técnicos correlatos	18

Na NBR 5419-2:2026, a frequência de danos não deve ser lida apenas como um número final. O valor total é formado por frequências parciais associadas às diferentes fontes pelas quais uma descarga atmosférica pode provocar falhas em sistemas internos. Interpretar essas parcelas permite descobrir se a vulnerabilidade está concentrada em uma descarga direta na estrutura, em uma descarga próxima, nas linhas conectadas ou nos equipamentos mais expostos.

Esse diagnóstico é especialmente útil quando o objetivo é continuidade operacional. Uma instalação pode ter o risco de vida dentro do limite tolerável e, ainda assim, apresentar frequência de falhas acima do aceitável para sistemas críticos. Nessa situação, conhecer a parcela dominante é o que permite selecionar medidas de proteção com efeito real sobre a indisponibilidade.

1. O QUE SIGNIFICA DECOMPOR A FREQUÊNCIA DE DANOS

A NBR 5419-2:2026 define a frequência de danos como o número anual esperado de eventos prejudiciais causados por descargas atmosféricas nos sistemas que se deseja proteger. Depois de definido o conceito, a norma representa a frequência total por **F**.

Essa frequência total é formada pela soma de parcelas relacionadas às diferentes fontes de dano. O raciocínio básico é simples: uma falha pode ocorrer porque a descarga atingiu a própria estrutura, ocorreu próxima dela, atingiu uma linha conectada ou ocorreu próxima dessa linha.

A equação genérica de uma frequência parcial é o produto entre:

Após a definição, a norma representa uma frequência parcial genericamente como **$FX = NX \times PX$** .

A diferença em relação ao cálculo de risco é importante: a frequência de danos não multiplica a parcela pela magnitude da perda consequente. Ela responde essencialmente **quantas falhas prejudiciais são esperadas por ano** para o sistema analisado.

O artigo [Frequência de danos na NBR 5419:2026](#) explica o conceito geral e os limites toleráveis. Aqui o foco é outro: como decompor o resultado e usar as parcelas para localizar a origem técnica da vulnerabilidade.

Decomposição da frequência de danos por fonte de exposição

```

important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 50s linear
infinite;stroke-linecap:round;})#a3a-diagram-1 .edge-animation-fast{stroke-dasharray:9,5!im
important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 20s linear
infinite;stroke-linecap:round;})#a3a-diagram-1 .error-icon{fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);})#a3a-diagram-1 .error-text{fill:#000000;stroke:#000000;})#a3a-diagram-1
.edge-thickness-normal{stroke-width:1px;})#a3a-diagram-1
.edge-thickness-thick{stroke-width:3.5px;})#a3a-diagram-1
.edge-pattern-solid{stroke-dasharray:0;})#a3a-diagram-1
.edge-thickness-invisible{stroke-width:0;fill:none;})#a3a-diagram-1
.edge-pattern-dashed{stroke-dasharray:3;})#a3a-diagram-1
.edge-pattern-dotted{stroke-dasharray:2;})#a3a-diagram-1 .marker{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2);stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);})#a3a-diagram-1
.marker.cross{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);})#a3a-diagram-1
svg{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;})#a3a-diagram-1
p{margin:0;})#a3a-diagram-1 .label{font-family:Roboto,sans-serif;color:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);})#a3a-diagram-1 .cluster-label text{fill:var(--a3a-diag-title,
#0124af);})#a3a-diagram-1 .cluster-label span{color:var(--a3a-diag-title,
#0124af);})#a3a-diagram-1 .cluster-label span
p{background-color:transparent;})#a3a-diagram-1 .label text,#a3a-diagram-1
span{fill:var(--a3a-diag-text, #0a0a0a);color:var(--a3a-diag-text, #0a0a0a);})#a3a-diagram-1
.node rect,#a3a-diagram-1 .node circle,#a3a-diagram-1 .node ellipse,#a3a-diagram-1 .node
polygon,#a3a-diagram-1 .node path{fill:var(--a3a-diag-fill,
#eef2fd);stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:1px;})#a3a-diagram-1
.rough-node .label text,#a3a-diagram-1 .node .label text,#a3a-diagram-1 .image-shape
.label,#a3a-diagram-1 .icon-shape .label{text-anchor:middle;})#a3a-diagram-1 .node .katex
path{fill:#000;stroke:#000;stroke-width:1px;})#a3a-diagram-1 .rough-node
.label,#a3a-diagram-1 .node .label,#a3a-diagram-1 .image-shape .label,#a3a-diagram-1
.icon-shape .label{text-align:center;})#a3a-diagram-1
.node.clickable{cursor:pointer;})#a3a-diagram-1 .root .anchor path{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2)!important;stroke-width:0;stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);})#a3a-diagram-1
.arrowheadPath{fill:var(--a3a-diag-stroke, #0b0b0b);})#a3a-diagram-1 .edgePath
.path{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:2.0px;})#a3a-diagram-1
.flowchart-link{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);fill:none;})#a3a-diagram-1
.edgeLabel{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;})#a3a-diagram-1 .edgeLabel
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);})#a3a-diagram-1 .edgeLabel
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);})#a3a-diagram-1 .labelBkg{background-color:rgba(255, 255, 255,

```

```
0.5);#a3a-diagram-1 .cluster rect{fill:var(--a3a-diag-surface,
#f8f8f8);stroke:var(--a3a-diag-border, #e2e8f0);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-1 .cluster
text{fill:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-1 .cluster
span{color:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-1 div.mermaidTooltip{position:abs
olute;text-align:center;max-width:200px;padding:2px;font-family:Roboto,sans-serif;font-siz
e:12px;background:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);border:1px solid hsl(0, 0%,
90%);border-radius:2px;pointer-events:none;z-index:100;}#a3a-diagram-1
.flowchartTitleText{text-anchor:middle;font-size:18px;fill:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);}#a3a-diagram-1 rect.text{fill:none;stroke-width:0;}#a3a-diagram-1
.icon-shape,#a3a-diagram-1 .image-shape{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-1 .icon-shape p,#a3a-diagram-1 .image-shape
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);padding:2px;}#a3a-diagram-1
.icon-shape rect,#a3a-diagram-1 .image-shape
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-1 .label-icon{display:inline-block;height:1em;overflow:visible;vertical
-align:-0.125em;}#a3a-diagram-1 .node .label-icon
path{fill:currentColor;stroke:revert;stroke-width:revert;}#a3a-diagram-1
:root{--mermaid-font-family:Roboto,sans-serif;}
Descarga atmosférica
Na estrutura
Próxima da estrutura
Na linha conectada
Próxima da linha
Frequências parciais
Frequência total
Comparação com frequência tolerável
Decomposição da frequência de danos por fonte de exposição
```

2. POR QUE A PARCELA DOMINANTE IMPORTA PARA A ENGENHARIA

A frequência total mostra o tamanho do problema. As frequências parciais mostram de onde ele vem — e são elas que permitem escolher a medida com maior efeito sobre a disponibilidade.

[Entenda a frequência de danos na NBR 5419:2026](#)

Se uma instalação apresenta frequência total acima do aceitável, ainda não sabemos qual medida será mais eficiente. É necessário descobrir **qual parcela está elevando o total**.

Considere três cenários:

Parcela dominante	Interpretação provável	Linha de investigação
descarga na estrutura	falhas associadas à corrente direta e ao ambiente eletromagnético interno	SPDA, MPS, DPS, equipotencialização e exposição do equipamento
descarga próxima da estrutura	acoplamento eletromagnético sobre sistemas e cabeamento	blindagem, roteamento, laços, suportabilidade e DPS

Parcela dominante	Interpretação provável	Linha de investigação
descarga na linha conectada	surtos transmitidos pela alimentação ou por linhas de sinal	caracterização das linhas, equipotencialização, interfaces e DPS
descarga próxima da linha	surtos induzidos propagados pelas linhas conectadas	blindagem, roteamento, tipo de linha e proteção na interface

Duas instalações com a mesma frequência total podem, portanto, exigir arquiteturas de proteção diferentes.

3. FREQUÊNCIA DE DANOS EM EQUIPAMENTOS EXPOSTOS DIRETAMENTE

A NBR 5419-2:2026 contempla uma frequência parcial específica para equipamentos localizados em região exposta à descarga atmosférica direta. Depois de explicado o conceito, a norma representa essa parcela como **FB**.

Essa frequência está associada a equipamentos situados em **zona de proteção contra raios 0A**, ou seja, em uma região onde existe possibilidade de impacto direto e exposição ao campo eletromagnético total da descarga.

Na prática, exemplos podem incluir determinados sensores, antenas, equipamentos externos, instrumentos montados no topo de estruturas e outros dispositivos cuja posição os coloque em região diretamente exposta.

A própria norma esclarece que essa parcela é considerada somente quando há equipamento efetivamente nessa condição. Para equipamentos em zonas subsequentes à zona 0A, essa contribuição pode ser tomada como zero conforme os critérios normativos.

Esse detalhe evita um erro comum: aplicar indiscriminadamente todas as frequências parciais a qualquer equipamento, mesmo quando determinado caminho físico não existe.

4. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA NA PRÓPRIA ESTRUTURA

Uma descarga que atinge a estrutura pode provocar falhas nos sistemas internos por correntes parciais, elevação de potencial e efeitos do pulso eletromagnético da descarga. A frequência parcial associada a esse mecanismo é representada pela NBR 5419-2 como **FC**.

Seu valor depende, entre outros fatores, do número esperado de descargas na estrutura e da probabilidade de falha do sistema interno considerado.

Essa probabilidade é influenciada por medidas como:

Uma interpretação útil é verificar quanto essa parcela reduz quando são simuladas MPS coerentes. Se a redução for pequena, significa que outro caminho pode estar dominando a frequência total.

5. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA PRÓXIMA DA ESTRUTURA

Mesmo sem atingir diretamente o edifício, uma descarga atmosférica pode induzir tensões em laços formados por cabos e sistemas internos. A frequência parcial correspondente é representada como **FM**.

Essa parcela é particularmente sensível ao ambiente eletromagnético interno e às características de instalação do cabeamento.

A norma considera fatores associados a:

Em sistemas com muitos circuitos eletrônicos, esse mecanismo pode ser relevante mesmo quando o SPDA externo está em boas condições.

O problema típico é imaginar que “não caiu raio no prédio” significa que a descarga não poderia ter causado a falha. A NBR 5419-4 mostra exatamente o contrário: campos eletromagnéticos e surtos induzidos são caminhos de dano próprios.

6. FREQUÊNCIAS ASSOCIADAS A DESCARGAS DIRETAMENTE NAS LINHAS CONECTADAS

Quando a descarga atinge uma linha elétrica conectada à estrutura, a NBR 5419-2 separa dois mecanismos de falha em equipamentos.

6.1. CORRENTE IMPULSIVA TRANSMITIDA DIRETAMENTE AO EQUIPAMENTO

Uma das frequências parciais está associada à descarga direta na linha que injeta corrente impulsiva no equipamento. A norma representa essa parcela como **FV**.

Ela é fortemente influenciada pelas condições de entrada da linha e pelas medidas de equipotencialização e proteção instaladas na interface entre a linha externa e a estrutura.

6.2. SOBRETENSÃO TRANSMITIDA PELA LINHA

Outra parcela está relacionada a falhas causadas pelas sobretensões transmitidas por uma linha atingida diretamente. A norma a representa como **FW**.

Essa contribuição depende das características da linha, da blindagem, da tensão suportável do sistema interno e das medidas de proteção como DPS coordenados e

interfaces isolantes.

A distinção entre essas parcelas é importante porque o mecanismo físico de corrente direta e o de sobretensão propagada podem responder de maneira diferente às medidas adotadas.

O conteúdo [Linhas de energia e sinal na Análise de Risco SPDA](#) aprofunda como essas linhas devem ser caracterizadas no estudo.

7. FREQUÊNCIA DE DANOS POR DESCARGA PRÓXIMA DA LINHA

Uma descarga próxima de uma linha conectada pode induzir uma sobretensão que se propaga até o sistema interno. A frequência parcial correspondente é representada como **FZ**.

Esse mecanismo deve ser analisado tanto para linhas de energia quanto para linhas de sinal quando aplicável.

Exemplos comuns incluem:

A utilização de fibra óptica dielétrica em determinado trecho pode eliminar um caminho metálico específico, mas isso não significa que toda a instalação esteja automaticamente protegida: alimentação elétrica, blindagens metálicas, elementos de sustentação e outros circuitos ainda precisam ser verificados.

8. AS SEIS FREQUÊNCIAS PARCIAIS EM UMA VISÃO ÚNICA

Depois de definidos seus significados, a NBR 5419-2:2026 utiliza seis parcelas principais para compor a frequência total:

Parcela	Fonte principal	Mecanismo avaliado
FB	descarga na estrutura	dano em equipamento diretamente exposto
FC	descarga na estrutura	falha de sistemas internos associada à descarga na estrutura
FM	descarga próxima da estrutura	falha de sistemas internos por acoplamento eletromagnético
FV	descarga direta na linha	corrente impulsiva injetada no equipamento
FW	descarga direta na linha	falha por sobretensões transmitidas pela linha
FZ	descarga próxima da linha	falha por sobretensões induzidas na linha

A soma dessas contribuições aplicáveis forma a frequência total do sistema, zona ou equipamento analisado.

9. COMO IDENTIFICAR A PARCELA DOMINANTE

A leitura técnica deve começar com a contribuição relativa de cada frequência parcial.

Uma sequência prática é:

Essa abordagem transforma a frequência de danos em ferramenta de diagnóstico e não apenas em critério de aprovação.

Processo para identificar a frequência parcial dominante e selecionar medidas

```
#a3a-diagram-2{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;fill:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}@keyframes edge-animation-frame{from{stroke-dashoffset:0;}}@keyframes dash{to{stroke-dashoffset:0;}}#a3a-diagram-2 .edge-animation-slow{stroke-dasharray:9,5!important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 50s linear infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-2 .edge-animation-fast{stroke-dasharray:9,5!important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 20s linear infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-2 .error-icon{fill:var(--a3a-diag-canvas,#ffffff);}#a3a-diagram-2 .error-text{fill:#000000;stroke:#000000;}#a3a-diagram-2 .edge-thickness-normal{stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .edge-thickness-thick{stroke-width:3.5px;}#a3a-diagram-2 .edge-pattern-solid{stroke-dasharray:0;}#a3a-diagram-2 .edge-thickness-invisible{stroke-width:0;fill:none;}#a3a-diagram-2 .edge-pattern-dashed{stroke-dasharray:3;}#a3a-diagram-2 .edge-pattern-dotted{stroke-dasharray:2;}#a3a-diagram-2 .marker{fill:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);}#a3a-diagram-2 .marker.cross{stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);}#a3a-diagram-2 svg{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;}#a3a-diagram-2 p{margin:0;}#a3a-diagram-2 .label{font-family:Roboto,sans-serif;color:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}#a3a-diagram-2 .cluster-label text{fill:var(--a3a-diag-title,#0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster-label span{color:var(--a3a-diag-title,#0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster-label span p{background-color:transparent;}#a3a-diagram-2 .label text,#a3a-diagram-2 span{fill:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);color:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}#a3a-diagram-2 .node rect,#a3a-diagram-2 .node circle,#a3a-diagram-2 .node ellipse,#a3a-diagram-2 .node polygon,#a3a-diagram-2 .node path{fill:var(--a3a-diag-fill,#eef2fd);stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .rough-node .label text,#a3a-diagram-2 .node .label text,#a3a-diagram-2 .image-shape
```

```
.label,#a3a-diagram-2 .icon-shape .label{text-anchor:middle;}#a3a-diagram-2 .node .katex
path{fill:#000;stroke:#000;stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .rough-node
.label,#a3a-diagram-2 .node .label,#a3a-diagram-2 .image-shape .label,#a3a-diagram-2
.icon-shape .label{text-align:center;}#a3a-diagram-2
.node.clickable{cursor:pointer;}#a3a-diagram-2 .root .anchor path{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2)!important;stroke-width:0;stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);}#a3a-diagram-2
.arrowheadPath{fill:var(--a3a-diag-stroke, #0b0b0b);}#a3a-diagram-2 .edgePath
.path{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:2.0px;}#a3a-diagram-2
.flowchart-link{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);fill:none;}#a3a-diagram-2
.edgeLabel{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-2 .edgeLabel
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);}#a3a-diagram-2 .edgeLabel
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-2 .labelBkg{background-color:rgba(255, 255, 255,
0.5);}#a3a-diagram-2 .cluster rect{fill:var(--a3a-diag-surface,
#f8f8f8);stroke:var(--a3a-diag-border, #e2e8f0);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .cluster
text{fill:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster
span{color:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-2 div.mermaidTooltip{position:abs
olute;text-align:center;max-width:200px;padding:2px;font-family:Roboto,sans-serif;font-siz
e:12px;background:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);border:1px solid hsl(0, 0%,
90%);border-radius:2px;pointer-events:none;z-index:100;}#a3a-diagram-2
.flowchartTitleText{text-anchor:middle;font-size:18px;fill:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);}#a3a-diagram-2 rect.text{fill:none;stroke-width:0;}#a3a-diagram-2
.icon-shape,#a3a-diagram-2 .image-shape{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-2 .icon-shape p,#a3a-diagram-2 .image-shape
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);padding:2px;}#a3a-diagram-2
.icon-shape rect,#a3a-diagram-2 .image-shape
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-2 .label-icon{display:inline-block;height:1em;overflow:visible;vertical
-align:-0.125em;}#a3a-diagram-2 .node .label-icon
path{fill:currentColor;stroke:revert;stroke-width:revert;}#a3a-diagram-2
:root{--mermaid-font-family:Roboto,sans-serif;}NãoSimCalcular frequências
parciaisOrdenar contribuiçõesIdentificar parcela dominantelIdentificar parâmetros
críticosSelecionar medidas de proteçãoRecalcular frequênciaAtende frequência
tolerável?Documentar soluçãoProcesso para identificar a frequência parcial dominante e
selecionar medidas
```

10. EXEMPLO CONCEITUAL: DATA CENTER COM FALHAS RECORRENTES

Considere um Data Center com SPDA externo existente e histórico de falhas esporádicas em interfaces de rede e fontes de equipamentos após tempestades.

A simples constatação de que o prédio possui captação, descidas e aterramento não permite concluir que os sistemas internos estejam adequadamente protegidos.

Ao decompor a frequência, o estudo pode mostrar que:

Nesse cenário, ampliar captadores poderia produzir pouca redução na frequência total. A resposta mais eficaz pode envolver reestruturação de MPS, roteamento, interfaces e coordenação de DPS.

11. EXEMPLO CONCEITUAL: ESTAÇÃO REMOTA DE SANEAMENTO

Uma estação elevatória ou unidade remota de saneamento pode possuir automação, rádio, sensores externos e alimentação por linha longa.

A frequência de falha pode ser dominada não pela estrutura física, mas por:

Esse tipo de análise é particularmente útil em portfólios com dezenas ou centenas de sites, porque permite classificar quais mecanismos se repetem e criar padrões de adequação mais eficientes.

12. O EQUIPAMENTO MAIS VULNERÁVEL PODE CONTROLAR O RESULTADO

A NBR 5419-2:2026 orienta que a frequência de danos de um sistema interno ou de parte dele considere a vulnerabilidade do equipamento que o usuário pretende proteger, sendo relevante identificar o elemento mais vulnerável do conjunto.

Isso tem consequência prática importante.

Em um circuito composto por vários equipamentos, não é suficiente verificar apenas a suportabilidade do painel principal. Interfaces de comunicação, módulos eletrônicos, sensores, fontes chaveadas, controladores, portas de rede e conversores podem apresentar suportabilidades diferentes.

Se a arquitetura de proteção é dimensionada apenas para o equipamento “mais robusto”, a frequência real de falha do sistema pode continuar elevada por causa de um componente mais sensível.

13. COMO O ROTEAMENTO DE CABOS ALTERA A FREQUÊNCIA DE DANOS

A NBR 5419-2 associa a probabilidade de falha por campo eletromagnético às características do cabeamento interno.

Laços grandes aumentam a área sujeita à indução. Roteamentos próximos entre condutores de ida e retorno, cabos no mesmo conduto e soluções blindadas adequadamente instaladas podem reduzir a suscetibilidade.

Isso explica por que duas instalações com os mesmos equipamentos e os mesmos DPS podem apresentar comportamentos diferentes durante tempestades: a geometria física do cabeamento também faz parte da proteção.

Em brownfield, o Site Survey deve observar:

14. COMO A TENSÃO SUPORTÁVEL DOS EQUIPAMENTOS INFLUENCIA AS PARCELAS

A suportabilidade nominal de impulso do equipamento é outro parâmetro essencial.

Quanto menor a capacidade de suportar sobretensões transitórias, maior tende a ser a vulnerabilidade diante de surtos conduzidos ou induzidos. Por isso, a escolha de DPS não deve ser feita apenas pela tensão nominal da instalação.

O sistema de proteção precisa limitar a ameaça a valores compatíveis com o equipamento efetivamente protegido, considerando inclusive a queda de tensão nos condutores de conexão e a coordenação entre estágios.

Na prática, a pergunta correta não é “há DPS no quadro?”. É **o nível de proteção efetivamente entregue no ponto do equipamento é compatível com sua suportabilidade?**

15. O PAPEL DO SISTEMA COORDENADO DE DPS

A presença de DPS no quadro não prova que a parcela de falhas por surtos está controlada. Coordenação, suportabilidade, cabeamento e interfaces precisam ser analisados como sistema.

[Conheça o Projeto de MPS](#)

A NBR 5419-4 trata o DPS como parte de uma arquitetura, não como componente isolado.

Um sistema coordenado deve considerar os diferentes pontos de instalação, a energia do surto, a tensão residual, a distância entre estágios, o cabeamento e a suportabilidade dos equipamentos.

Quando a frequência parcial dominante está associada a surtos conduzidos, a coordenação de DPS tende a ter efeito direto sobre a probabilidade de falha.

Mas isso não significa que DPS resolvam todos os mecanismos. Campos eletromagnéticos radiados, grandes laços internos e determinadas condições de exposição podem exigir blindagem, roteamento ou outras MPS.

16. FREQUÊNCIA TOTAL ABAIXO DO LIMITE NÃO ELIMINA A NECESSIDADE DE ENGENHARIA

Uma frequência calculada abaixo do valor tolerável indica que, segundo os parâmetros do estudo, medidas adicionais não são requeridas por esse critério específico. Ainda assim, a interpretação deve considerar a qualidade dos dados utilizados.

Se o levantamento omitiu uma linha metálica, assumiu blindagem inexistente, superestimou a suportabilidade de um equipamento ou ignorou uma alteração recente, o número pode estar errado mesmo que a fórmula esteja correta.

Por isso, rastreabilidade dos dados e verificação de campo são tão importantes quanto o cálculo.

17. SISTEMAS CRÍTICOS E FREQUÊNCIA TOLERÁVEL

A edição 2026 introduziu um tratamento explícito para sistemas críticos. A norma caracteriza como crítico o sistema cuja falha possa afetar uma comunidade, provocar perdas significativas, gerar consequências irreversíveis ou de longa duração, ou indiretamente ameaçar a vida.

Depois de definido o conceito, a norma propõe frequência tolerável máxima de **0,1 dano por ano** para sistemas críticos e apresenta **1 dano por ano** como valor representativo para sistemas não críticos.

O primeiro valor não deve ser flexibilizado pelo projetista; alterações dependem de autoridade com jurisdição. Já o valor representativo para sistemas não críticos exige avaliação coerente com a aplicação.

O artigo [Sistemas críticos na NBR 5419:2026](#) aprofunda esse enquadramento.

18. QUANDO CALCULAR POR ZONA, SISTEMA OU EQUIPAMENTO

A frequência pode ser avaliada em diferentes níveis de granularidade.

Em uma instalação simples, pode ser suficiente analisar um sistema interno como conjunto. Em instalações complexas, a análise separada pode revelar vulnerabilidades escondidas.

Exemplos:

Essa granularidade deve ter propósito técnico. Dividir excessivamente apenas para produzir mais números torna o estudo difícil de manter; agrupar demais pode esconder a parcela dominante.

19. COMO COMPARAR ANTES E DEPOIS DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Uma das análises mais valiosas é apresentar a decomposição em dois cenários:

Etapa	Objetivo
condição existente	identificar a origem real da vulnerabilidade
cenário com medidas propostas	demonstrar quais parcelas foram reduzidas
condição residual	verificar se a frequência final atende ao critério

Se uma medida proposta quase não altera a parcela dominante, sua eficácia deve ser questionada.

Essa comparação também ajuda a justificar investimentos: o gestor consegue entender por que determinada intervenção foi priorizada em vez de uma substituição ampla de elementos que pouco contribuiriam para reduzir falhas.

20. ERROS COMUNS NA LEITURA DAS FREQUÊNCIAS PARCIAIS

20.1. SOMAR PARCELAS QUE NÃO SÃO APLICÁVEIS

Cada caminho precisa existir fisicamente. Equipamento não exposto diretamente, por exemplo, não deve receber uma parcela associada à exposição direta apenas porque o software possui esse campo.

20.2. IGNORAR LINHAS DE SINAL

Muitos estudos caracterizam detalhadamente a alimentação elétrica e tratam telecomunicações, automação ou controle de forma genérica. Isso pode subestimar as parcelas associadas às linhas.

20.3. TRATAR TODO CABEAMENTO COMO EQUIVALENTE

Roteamento, blindagem, comprimento, tipo de instalação e referência de equipotencialização alteram a probabilidade de falha.

20.4. CONSIDERAR DPS SEM COMPROVAR COORDENAÇÃO

A presença física de dispositivos não demonstra que o sistema está coordenado nem que o nível de proteção no equipamento é adequado.

20.5. USAR A FREQUÊNCIA TOTAL SEM MOSTRAR AS PARCELAS

Isso reduz a auditabilidade do estudo. O leitor sabe que a frequência está alta ou baixa, mas não consegue verificar a causa.

20.6. CONFUNDIR FREQUÊNCIA DE DANOS COM RISCO

A frequência mede expectativa de falhas prejudiciais. O risco incorpora também a consequência da perda. Eles podem conduzir a decisões complementares, mas não são o mesmo indicador.

21. O QUE UMA MEMÓRIA DE CÁLCULO DEVERIA APRESENTAR

Para permitir revisão independente, uma memória de cálculo de frequência deveria registrar:

Isso permite que a análise seja atualizada quando a instalação muda, sem depender de reconstruir toda a lógica do trabalho anterior.

22. DA FREQUÊNCIA PARCIAL AO PLANO DE ADEQUAÇÃO

A maior contribuição deve orientar a primeira hipótese de intervenção, mas a solução final precisa considerar interfaces entre medidas.

Se a parcela dominante decorre de linha externa, pode ser necessário atuar na entrada da linha, na equipotencialização e nos DPS. Se decorre de acoplamento interno, roteamento e blindagem podem ser decisivos. Se há equipamento em região exposta, a própria arquitetura física do equipamento precisa ser revista.

O [serviço de Análise de Risco NBR 5419-2:2026](#) deve produzir exatamente esse tipo de rastreabilidade: não apenas informar o valor final, mas indicar quais mecanismos dominam a exposição e quais medidas reduzem de forma mensurável a frequência

residual.

23. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As frequências parciais são o equivalente a um diagnóstico de causa para a disponibilidade dos sistemas internos. Elas mostram de onde vem a maior parte da expectativa de falha e permitem relacionar cada caminho de dano às medidas que realmente conseguem reduzi-lo.

Quando o estudo apresenta apenas a frequência total, perde-se grande parte do valor de engenharia. Quando apresenta a decomposição, os parâmetros críticos e o efeito das medidas antes e depois, a NBR 5419-2:2026 passa a ser usada como ferramenta de decisão para continuidade, confiabilidade e priorização de investimentos.

Em instalações críticas, decompor a frequência permite priorizar adequações que reduzam indisponibilidade de forma mensurável e tecnicamente rastreável.

[Solicite uma Análise de Risco NBR 5419-2:2026](#)

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5419-2:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 2: Análise de risco. 2026. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/cft/>.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5419-4:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. 2026. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/cft/>.

[3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62305-2 — Protection against lightning — Part 2: Risk management. 2010. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/en/publication/28137>.

O que são frequências parciais de danos na NBR 5419-2:2026? São parcelas da frequência total associadas a diferentes fontes e mecanismos de falha, como descarga na estrutura, próxima da estrutura, diretamente em uma linha ou próxima de uma linha conectada. **Qual a diferença entre frequência de danos e risco?** A frequência de danos estima o número esperado de eventos prejudiciais por ano. O risco também incorpora a consequência da perda, por isso os dois critérios são relacionados, mas não equivalentes. **Por que identificar a frequência parcial dominante?** Porque a parcela dominante revela o principal caminho de falha. Isso permite selecionar medidas de proteção que atuem diretamente sobre a origem da vulnerabilidade. **Um SPDA externo reduz todas as frequências parciais?** Não. Algumas parcelas dependem fortemente de

MPS, DPS coordenados, blindagem, roteamento, interfaces isolantes e características das linhas e equipamentos. **Linhas de sinal devem ser consideradas na frequência de danos?** Sim. Linhas de telecomunicações, automação, controle e outros sinais metálicos podem transportar ou receber surtos induzidos e devem ser caracterizadas quando aplicáveis. **Qual é a frequência tolerável para sistemas críticos?** A NBR 5419-2:2026 propõe valor máximo de 0,1 dano por ano para sistemas críticos. Para sistemas não críticos apresenta 1 dano por ano como valor representativo. **A frequência pode ser calculada para um equipamento individual?** Sim. A norma permite análise por estrutura, zona, sistema ou equipamento, desde que a granularidade seja tecnicamente justificada.

23.0.1. Soluções relacionadas

23.0.2. Serviços relacionados

23.0.3. Conteúdos principais sobre o tema

23.0.4. Conteúdos técnicos correlatos

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.