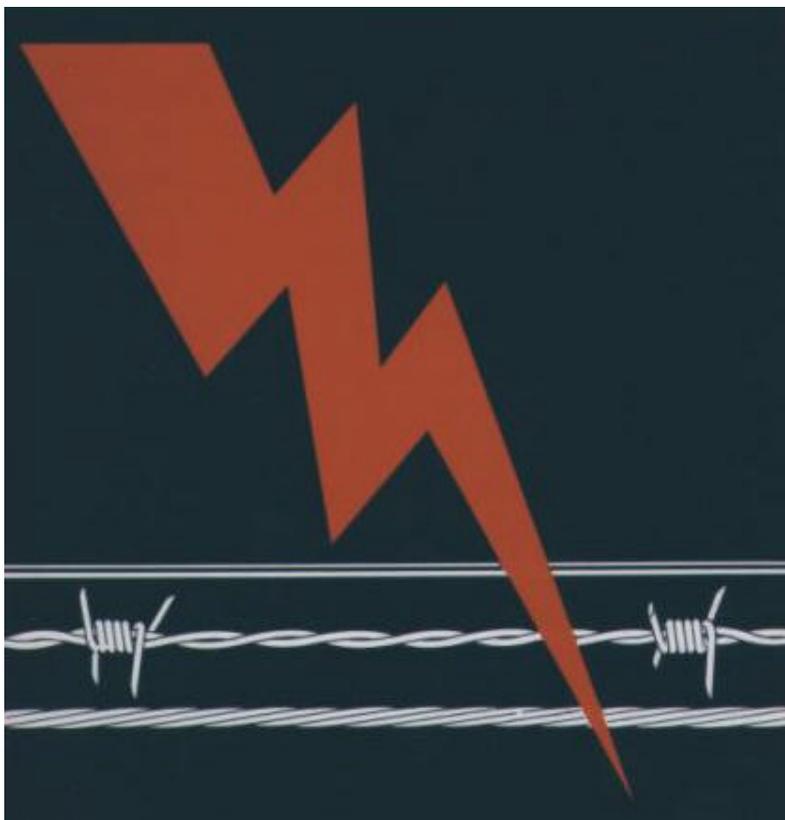


MANUAL DE PROTEÇÃO DE CERCAS E CURRAIS CONTRA RAIOS



INFORME TÉCNICO

ÍNDICE

1 - O MANUAL.....	página	3
2 - O QUE SÃO OS RAIOS?.....	página	4
3 - OS RAIOS SÃO PERIGOSOS?.....	página	5
4 - O QUE EXISTE DE VERDADE NAS SUPERSTIÇÕES?.....	página	6
5 - PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE OS RAIOS.....	página	7
6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS.....	página	10
6.1 - O RAIOS E A CERCA.....	página	10
6.2 - O SECCIONAMENTO DA CERCA.....	página	10
6.3 - COMO SECCIONAR ELETRICAMENTE UMA CERCA.....	página	11
6.4 - O ATERRAMENTO DA CERCA.....	página	13
6.5 - COMO ATERRAR UMA CERCA.....	página	13
7 - A PROTEÇÃO DOS CURRAIS.....	página	18
7.1 - O PÁRA-RAIOS.....	página	18
7.2 - O ATERRAMENTO DAS CERCAS DOS CURRAIS.....	página	19
8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS.....	página	22
8.1 - SECCIONAMENTO DAS CERCAS.....	página	22
8.2 - ATERRAMENTO DAS CERCAS.....	página	22
8.2.1 - ATERRAMENTO EM LOCAIS COM GRANDE CIRCULAÇÃO DE PESSOAS OU ANIMAIS.....	página	24
8.2.2 - ATERRAMENTO COM O PRÓPRIO ARAME DA CERCA.....	página	24
8.3 - ATERRAMENTO DE CERCAS DE CURRAIS.....	página	25
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	página	28

Dando prosseguimento à política da Belgo-Mineira Bekaert de apoiar e orientar o produtor rural, este manual vem atender a uma demanda dos produtores em um problema sério que os aflige continuamente.

Este manual é fruto de um convênio firmado entre a Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira Bekaert e a Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, através da Fundação Christiano Ottoni.

No Brasil, devido ao elevado número de raios que caem por ano, várias pessoas, animais e instalações são atingidos, às vezes com conseqüências catastróficas.

O objetivo básico do manual é orientar os produtores rurais na execução de cercas de arame devidamente protegidas contra os efeitos das descargas atmosféricas.

Apesar de visar primordialmente à proteção de cercas, o manual apresenta algumas considerações gerais sobre os raios e apresenta também algumas considerações sobre critérios de proteção de pessoas, currais, casas e equipamentos eletroeletrônicos e telefônicos.

O manual foi redigido em conjunto pelas equipes da Belgo-Mineira Bekaert e do Laboratório de Extra Alta Tensão da Universidade Federal de Minas Gerais.

Tendo com público-alvo pessoas que não trabalham com eletricidade, o manual foi redigido numa linguagem simples e direta, tentando explicar um fenômeno muito complexo com palavras simples. Alguns conceitos e termos apresentados poderão chocar especialistas da área devido à forma como os mesmos foram utilizados. Entretanto, devido à grande divulgação que o manual irá ter, optamos por abrir mão do rigor técnico da linguagem para tentarmos atingir o grande público.

2 - O QUE SÃO OS RAIOS?

A descarga atmosférica, popularmente conhecida como raio, fásca ou corisco, é um fenômeno natural que ocorre em todas as regiões da terra. Na região tropical do planeta, onde está localizado o Brasil, os raios ocorrem geralmente junto com as chuvas.

O raio é um tipo de eletricidade natural e quando ocorre uma descarga atmosférica temos um fenômeno de rara beleza, apesar dos perigos e acidentes que o mesmo pode provocar.

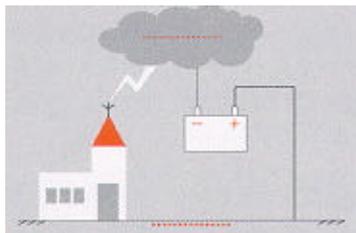


FIGURA 1

O raio é identificado por duas características principais:

- O trovão, que é o som provocado pela expansão do ar aquecido pelo raio.
- O relâmpago, que é a intensa luminosidade que aparece no caminho por onde o raio passou.

Os raios ocorrem porque as nuvens se carregam eletricamente. É como se tivéssemos uma grande bateria com um pólo ligado na nuvem e outro pólo ligado na terra.

A "voltagem" desta bateria fica aplicada entre a nuvem e a terra. Se ligarmos um fio entre a nuvem e a terra daremos um curto-circuito na bateria e passará uma grande corrente elétrica pelo fio. O raio é este fio que liga a nuvem à terra. Em condições normais, o ar é um bom isolante de eletricidade. Quando temos uma nuvem carregada, o ar entre a nuvem e a terra começa a conduzir eletricidade porque a "voltagem" existente entre a nuvem e a terra é muito alta: vários milhões de volts (a "voltagem" das tomadas é de 110 ou 220 volts).

O raio provoca o curto-circuito da nuvem para a terra e pelo caminho formado pelo raio passa uma corrente elétrica de milhares de ampères. Um raio fraco tem corrente de cerca de 2.000 A, um raio médio de 30.000 A e os raios mais fortes têm correntes de mais de 100.000 A (um chuveiro tem corrente de 30 A).

Apesar das correntes dos raios serem muito elevadas, elas circulam durante um tempo muito curto (geralmente o raio dura menos de um segundo).

Os raios podem sair da nuvem para a terra, da terra para a nuvem ou então sair da nuvem e da terra e se encontrar no meio do caminho.

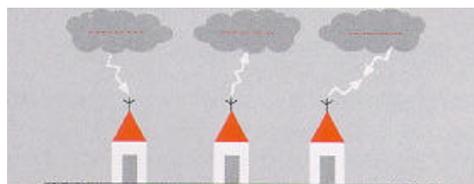


FIGURA 2

No mundo todo ocorrem cerca de 360.000 raios por hora (100 raios por segundo). O Brasil é um dos países do mundo onde caem mais raios. No estado de Minas Gerais, onde foram feitas medições precisas do número de raios que caem na terra, temos perto de 8 raios por quilômetro quadrado por ano.

Muitos raios ocorrem dentro das nuvens. Geralmente este tipo de raio não oferece perigo para quem está na terra, no entanto ele cria perigo para os aviões.

Os raios caem nos pontos mais altos porque eles sempre procuram achar o menor caminho entre a nuvem e a terra. Árvores altas, torres, antenas de televisão, torres de igreja e edifícios são pontos preferidos pelas descargas atmosféricas.

3 - OS RAIOS SÃO PERIGOSOS?

Sim. Os raios trazem uma série de riscos para as pessoas, animais, equipamentos e instalações.

Mesmo antes de um raio cair já existe perigo. Antes de cair um raio, as nuvens estão "carregadas de eletricidade" e, se por baixo da nuvem tivermos, por exemplo, uma cerca muito comprida, os fios da cerca também ficarão "carregados com eletricidade". Se uma pessoa ou animal tocar na cerca irá tomar um choque elétrico, que em alguns casos poderá ser fatal.

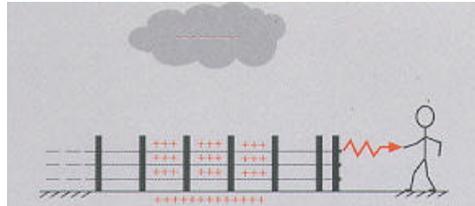


FIGURA 3

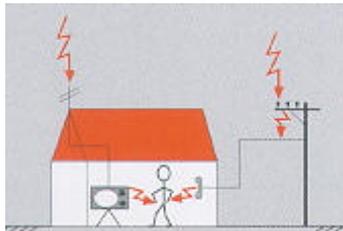


FIGURA 4

O choque elétrico ocorre quando uma corrente elétrica circula pelo corpo de uma pessoa ou animal. Dependendo da intensidade da corrente e do tempo em que a mesma circula pelo corpo, poderão ocorrer conseqüências diversas: formigamento, dor, contrações violentas, queimaduras e morte.

Se um raio cair diretamente sobre uma pessoa ou animal, dificilmente haverá salvação.

Na maioria dos casos as pessoas não são atingidas diretamente. Quando um raio atinge uma cerca ou uma edificação provoca uma circulação de corrente pelas partes metálicas da instalação atingida.

No caso da cerca, os arames conduzirão parte da corrente do raio e ficarão eletrificados. No caso de uma casa, os canos metálicos de água, os fios da instalação elétrica e as ferragens das lajes e colunas irão conduzir parte da corrente do raio e ficarão também "carregados de eletricidade". Uma pessoa ou animal que esteja em contato ou até mesmo perto destas partes metálicas poderá tomar um choque violento.

Mesmo no caso de um raio cair sobre uma estrutura que não tenha metais, como por exemplo uma árvore, uma pessoa perto desta árvore poderá tomar um choque. Os valores das voltagens e correntes envolvidas no raio são tão grandes que ele faz a árvore se comportar como um condutor de eletricidade.

Os equipamentos elétricos e telefônicos sofrem muito com os raios. Estes equipamentos são projetados para trabalhar com uma "voltagem" especificada. Quando um raio cai perto ou sobre as redes telefônicas, redes elétricas e antenas, ele provoca o aparecimento de "voltagens" elevadas nos equipamentos, muito acima do valor para o qual eles foram projetados e geralmente ocorre sua queima.

Os raios podem provocar danos mecânicos, como, por exemplo, derrubar árvores ou até mesmo arrancar tijolos e telhas de uma casa.

Um dos grandes perigos que os raios criam são os incêndios. Muitos incêndios em florestas são provocados por raios. No caso de silos e depósitos de material inflamável, a queda de um raio pode provocar conseqüências catastróficas.

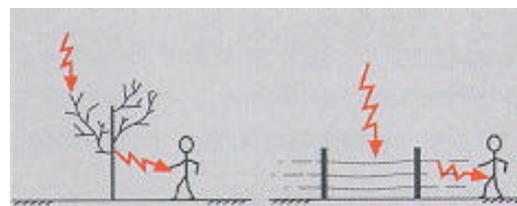


FIGURA 5

4 - O QUE EXISTE DE VERDADE NAS SUPERSTIÇÕES?

Muitas superstições e lendas existem sobre os raios. Algumas têm fundamento e outras não. Tentaremos analisar as principais superstições.

- *Um raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar.*

Isto não é verdade. As estruturas elevadas, por exemplo, são atingidas várias vezes por raios.

- *É perigoso segurar objetos metálicos durante as tempestades.*

Sim e não. Segurar objetos pequenos, como uma tesoura ou alicate, não provoca risco. Entretanto, carregar um objeto metálico, ou até mesmo um ancinho ou outra ferramenta metálica em um local descampado pode oferecer riscos.

- *Devemos cobrir os espelhos durante as tempestades, pois eles atraem os raios.*

Isto não é verdade. Até hoje não foi demonstrada nenhuma relação entre os espelhos e os raios.

- *Andar com uma "pedra do raio" no bolso evita raios.*

Quando um raio atinge o solo, sua corrente aquece o solo e se for muito intensa poderá ocorrer a fusão de pequenas pedras, formando um pedregulho de aspecto estranho. Dizem que carregar uma destas pedras dá sorte e evita os raios. Evitar os raios a pedra não evita, mas dar sorte, talvez sim!

5 - PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE OS RAIOS

Durante palestras ou mesmo conversas, algumas perguntas são sempre feitas. Tentaremos responder às perguntas mais frequentes.

- *É perigoso tomar banho em chuveiros elétricos durante as tempestades?*

Sim. O chuveiro elétrico está ligado à rede elétrica que alimenta a residência e se um raio cair próximo ou sobre a mesma poderemos ter o aparecimento de “voltagens” perigosas na fiação e a pessoa que está tomando banho pode tomar um choque elétrico.

- *Não devemos operar aparelhos elétricos e telefônicos durante as tempestades?*

Sim, pelo mesmo motivo apresentado no caso de tomar banho. Os aparelhos elétricos e telefônicos estão ligados a fios, que podem ter suas “voltagens” elevadas quando da queda de um raio sobre ou perto das redes telefônicas e elétricas, ou mesmo no caso de um raio que caia sobre a casa.

- *É possível se proteger contra os raios?*

Sim. A adoção de medidas de segurança pessoal minimiza bastante os perigos provocados pelos raios. A maior parte dos acidentes ocorre com pessoas que estão em locais descampados. Raramente temos acidentes com pessoas dentro de edificações.

Durante as tempestades com raios:

- evite ficar em locais descampados e descobertos;
- as casas, edifícios, galpões, carros, ônibus e trens são locais seguros;
- dentro de uma edificação, procure ficar afastado (no mínimo um metro) de paredes, janelas, aparelhos elétricos e telefônicos;
- evite tomar banho em chuveiro elétrico e operar aparelhos elétricos e telefônicos;
- ficar em baixo de uma árvore alta e isolada é muito perigoso, no entanto procurar abrigo dentro de uma mata fechada é seguro;
- se estiver em local descampado, não carregue objetos longos, tais como guarda-chuva, vara de pescar, enxada, ancinho, etc;
- não entre dentro de rios, lagoas e mar;
- não opere trator ou qualquer máquina agrícola que não tenha cabine metálica fechada;
- evite ficar perto de cercas e estruturas elevadas (torre, caixa d'água suspensa, árvore alta, etc.).

5 - PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE OS RAIOS

- *É possível proteger equipamentos elétricos e telefônicos contra os raios?*

Sim. Existem protetores especiais que devem ser instalados nas tomadas e nos telefones. Em dias de tempestade é aconselhável desligar os equipamentos das tomadas.

- *É possível proteger casas e edificações contra raios?*

Sim. A norma brasileira NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Jun/93, estabelece os critérios e procedimentos para a instalação de pára-raios em casas e edificações.

- *Existem o raio e o corisco?*

Raio e corisco são nomes popularmente utilizados para designar as descargas atmosféricas.

- *O que é "raio-bola"?*

É um tipo de raio muito raro. Ele tem o formato de uma bola de fogo, que fica flutuando no ar e algumas vezes ele explode, podendo provocar queimaduras em animais e pessoas próximas.

- *Caem mais raios em locais rochosos?*

Não existe evidência científica de que o tipo de terreno influencie no número de raios que caem. O que sabemos é que em locais elevados caem mais raios do que em locais mais baixos.

- *Redes elétricas que cortam fazendas aumentam os riscos com raios?*

Um raio que cai sobre uma rede elétrica, provavelmente cairia no mesmo local do terreno, mesmo se não existisse a rede elétrica. Como a rede elétrica se destaca, ou seja, ela costuma ser um ponto elevado sobre o terreno, raios que iriam cair no solo ou sobre árvores acabam caindo sobre a rede.

O perigo que a rede elétrica traz é devido ao fato de ela estar ligada à instalação elétrica de casas e edificações. Um raio que cai na rede elétrica ou nas suas proximidades acaba provocando o aparecimento de "voltagens" perigosas na fiação das edificações.

- *Quando um rebanho inteiro morre devido a um raio próximo a uma cerca, é devido ao próprio agrupamento dos animais ou à proximidade do rebanho da cerca? O que atrai mais, o agrupamento de animais ou a cerca?*

O que atrai o raio é a altura relativa do objeto ou animal em relação ao solo.

5 - PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE OS RAIOS

O raio sempre cai na estrutura mais alta. Em muitos casos os animais são mais altos que a cerca e neste caso eles são pontos preferenciais para a queda de raios. Como a altura dos animais e da própria cerca não é grande, eles não atraem muitos raios. As árvores isoladas, em geral, atraem mais raios que cercas e animais.

Mesmo no caso de uma cerca devidamente protegida (aterrada e seccionada), se um raio cair sobre ela e se junto dela estiver um rebanho, provavelmente o resultado será catastrófico. O raio que cai diretamente na cerca energiza apenas um trecho dela, ou seja, o seccionamento e aterramento evitam a energização de toda a cerca. Apenas os animais junto ao trecho de cerca energizado correm grandes riscos.

- *Há igual ou maior probabilidade de um raio cair num curral de cordoalha cheio de bois ou num curral de madeira em iguais condições de localização e ocupação?*

Para a queda do raio, tanto faz o curral ser de madeira ou de cordoalha. O que determina a queda do raio é a altura da edificação. No caso do curral de cordoalha, se o mesmo não estiver devidamente protegido (seccionado e aterrado), os riscos são maiores, porque os fios metálicos da cerca ficarão energizados e toda a cerca se tornará perigosa. No caso do curral de madeira, apenas o local da queda do raio ficará perigoso. Entretanto, um curral de cordoalha devidamente protegido será mais seguro que um curral de madeira, pois o sistema de aterramento evitará o aparecimento de "voltagens" perigosas no solo, o que não acontece no caso do curral de madeira.

- *Cercas elétricas tendem a atrair mais os raios que as convencionais?*

Não. A "voltagem" utilizada nas cercas elétricas é muito baixa em relação às "voltagens" existentes entre a nuvem carregada e a terra, portanto a cerca elétrica não atrai mais raios que as convencionais. Alguns cuidados devem ser tomados no caso da cerca elétrica, pois um raio que caia sobre a mesma ou nas suas proximidades pode provocar a queima do equipamento que eletrifica a cerca. Este equipamento deve ser protegido.

- *Galpões metálicos, em estrutura e cobertura, atraem mais raios que os construídos em madeira?*

Não. O fator importante na queda do raio é a altura da edificação. Um galpão de madeira mais alto que um galpão metálico irá atrair mais raios. Em princípio, o galpão metálico é mais seguro, pois a corrente elétrica do raio irá para a terra pelas partes metálicas do galpão. No caso de galpões e silos que guardam materiais inflamáveis, cuidados especiais devem ser tomados na proteção contra raios.

- *É possível proteger cercas e currais contra os raios?*

Sim. Proteger com segurança total é quase impossível, no entanto garantir uma boa margem de proteção é viável. Este tipo de proteção será detalhado neste manual.

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

6.1 - O RAIO E A CERCA

Os raios podem eletrificar uma cerca de três maneiras distintas:

- Antes do raio cair, as nuvens carregadas provocam a eletrificação das cercas;
- Um raio que cai perto de uma cerca provoca o aparecimento de "voltagens" perigosas;
- Um raio que cai diretamente sobre a cerca provoca o aparecimento de "voltagens" muito perigosas na mesma.

A ocorrência mais perigosa é o raio que cai sobre a cerca. No entanto, este é um fenômeno mais raro.

As nuvens carregadas passando sobre as cercas e os raios que caem perto das cercas são também perigosos, menos que no caso anterior, mas em compensação ocorrem mais frequentemente.

Só existem duas maneiras de proteger a cerca:

- o seccionamento da cerca.
- o aterramento dos fios da cerca.

Assim, para maior proteção, devemos seccionar e aterrar as cercas.

6.2 - O SECCIONAMENTO DA CERCA

Seccionar uma cerca nada mais é do que interrompê-la.

Quando um raio cai sobre uma cerca, a corrente do raio irá circular pelos fios da mesma. Quanto mais comprida for a cerca, maior será a área perigosa. A corrente do raio "viaja" pelos fios da cerca até encontrar um bom caminho para a terra.

No caso de nuvens carregadas passando sobre a cerca ou de raios que caem perto da cerca, quanto maior for o seu comprimento, maiores serão os valores das "voltagens" que aparecerão nela.

A conclusão é que quanto menor for o comprimento das cercas, menores serão os riscos.

Uma alternativa para diminuir o tamanho das cercas é interrompê-las eletricamente. Uma cerca pode ser interrompida eletricamente com certa facilidade.

Ao interrompermos uma cerca, estamos transformando uma cerca comprida em uma série de pequenas cercas de pequeno comprimento. Isto reduz muito os riscos que os raios irão provocar.

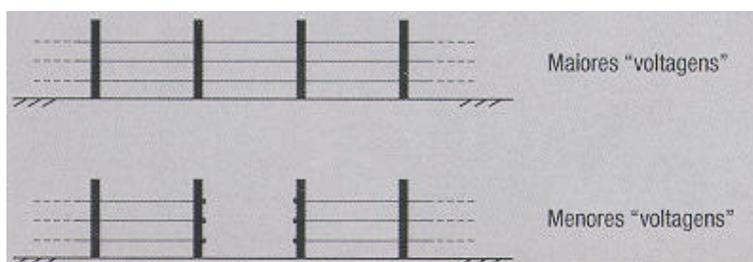


FIGURA 6

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

6.3 - COMO SECCIONAR ELETRICAMENTE UMA CERCA

Do ponto de vista elétrico, seccionar uma cerca significa interromper os elementos metálicos da cerca. Todos os fios da cerca devem ser interrompidos e isolados eletricamente. É importante ressaltar que nenhum elemento metálico deve conectar os dois mourões.

Deve-se salientar também que o isolamento e aterramento feitos nas cercas próximas a redes elétricas (ver Manual de Construção de Cercas de Arame Farpado Belgo-Mineira Bekaert) não são suficientes para proteger a cerca contra raios. O seccionador pré-formado ou mesmo o afastamento de 20 cm entre os mourões não são suficientes para isolar as altas tensões provocadas pelos raios.

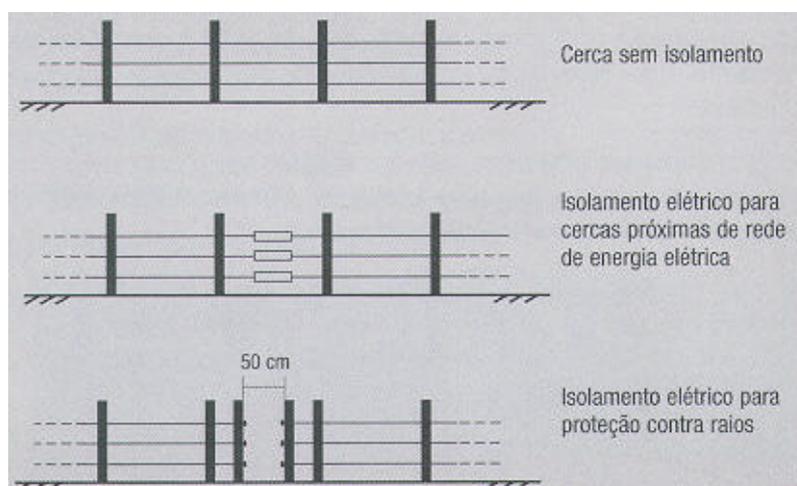


FIGURA 7

Se, por exemplo, colocarmos um arame entre os esticadores, o isolamento elétrico estará perdido.

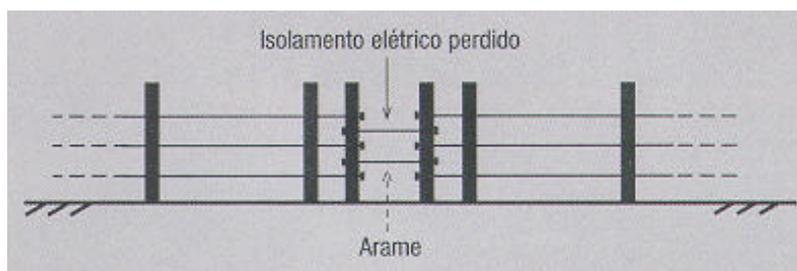


FIGURA 8

O ar é um bom isolante elétrico, assim como a madeira. O importante no seccionamento é não estabelecer caminho algum para a corrente do raio. Entre os dois esticadores o ideal é que não exista nenhum elemento de ligação. Se isto não for possível, este elemento de conexão deve ser de madeira.

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS



FIGURA 9

média, de 200 em 200 metros (no máximo de 300 em 300 metros).

A distância entre os esticadores deve ser a maior possível, no mínimo 0,5 m (meio metro). Como o intervalo de 0,5 m possibilita a passagem de animais novos como bezerros, novilhas ou potros, e mesmo dos ovinos e caprinos, o espaço entre os dois mourões deve ser preenchido por madeira. É recomendável a colocação de duas ou mais estacas ou lascas sem nenhum fio de arame. O seccionamento deve ser feito, em

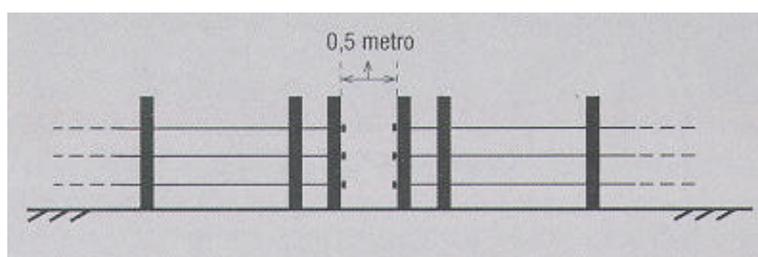


FIGURA 10

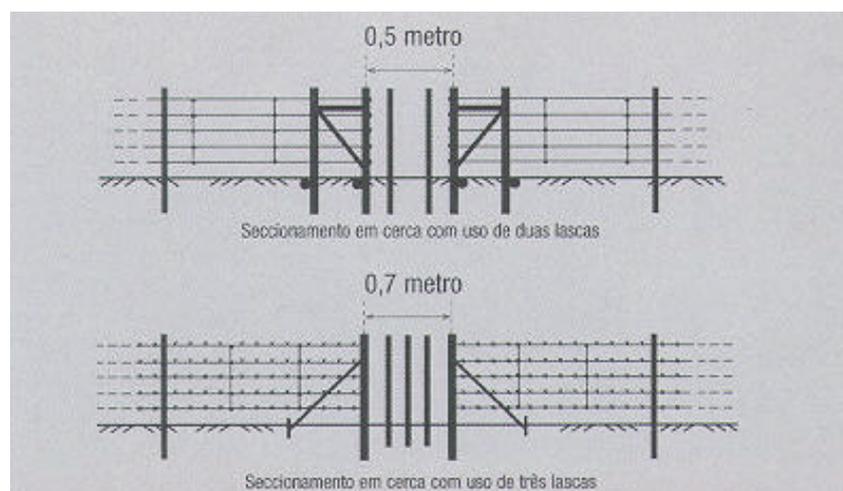


FIGURA 11

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

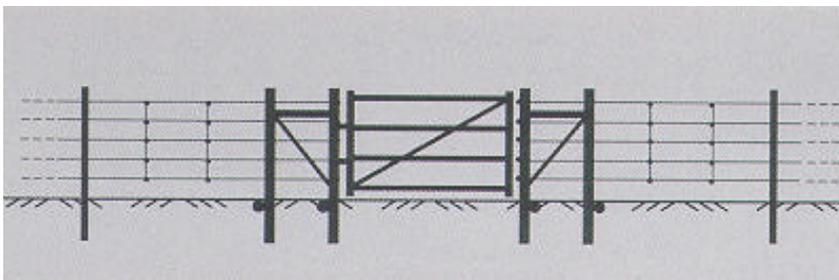


FIGURA 12

Em certos trechos de cercas, muitas vezes tem-se ou se planeja colocar uma porteira, para facilitar o acesso aos piquetes ou estradas.

As porteiras, desde que construídas de madeira e sem ferragens ao longo de

seu comprimento, constituem-se em bons isoladores, fazendo o papel do seccionamento.

6.4 - O ATERRAMENTO DA CERCA

O raio sai da nuvem e procura atingir a terra. Se no caminho do raio aparece uma cerca, o raio irá "viajar" pelos fios, procurando atingir a terra.

Se colocarmos na cerca vários caminhos para a terra, o raio irá rapidamente para a terra, "viajando" por menores comprimentos de cerca.

No caso de nuvens carregadas passando sobre a cerca e no caso de raios caírem perto da cerca, os valores das "voltagens" que aparecerão nela serão menores se os seus fios estiverem ligados à terra.

O aterramento, ou ligação dos fios da cerca à terra, associado ao seccionamento, é uma medida muito importante para se evitar os perigos decorrentes de um raio.

6.5 - COMO ATERRAR UMA CERCA

O ideal seria que todos os pontos da cerca fossem ligados à terra. Como isto é economicamente inviável, devemos escolher alguns pontos ao longo da cerca para serem aterrados. Nestes pontos, todos os fios da cerca devem ser aterrados.

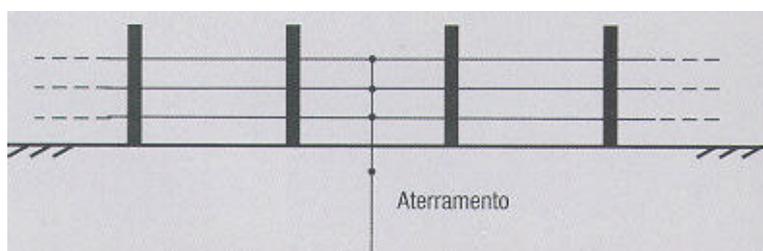


FIGURA 13

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

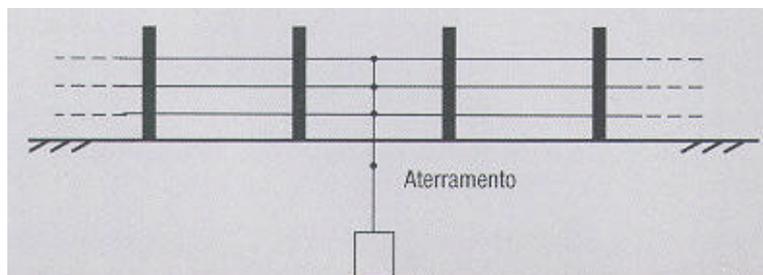


FIGURA 14

O objetivo do aterramento é ligar os fios da cerca à terra. Isto pode ser conseguido se enterrarmos algum objeto metálico e ligarmos este objeto aos fios da cerca por meio de um fio ou arame metálico.

O tamanho do objeto enterrado é importante. Se ele for muito pequeno o aterramento será ineficiente.

A escolha do material para se fazer um aterramento depende basicamente de três fatores:

- elétrico;
- mecânico;
- químico.

Do ponto de vista elétrico, os fios, cordoalhas e hastes devem suportar sem danos as correntes dos raios. Fios relativamente finos suportam bem as correntes dos raios porque, apesar da corrente do raio ser muito elevada, a duração da mesma é muito pequena.

Do ponto de vista mecânico, é importante que os fios não sejam muito finos, para que eles possam suportar pancadas de enxadas ou de outros instrumentos.

Do ponto de vista químico, é importante que os fios não sejam corroídos. Geralmente o solo é um meio com alto poder de corrosão e isto torna obrigatória a utilização de materiais resistentes à corrosão. O cobre e o zinco são metais muito resistentes à corrosão e usualmente os materiais utilizados para aterramento possuem uma camada de proteção de cobre ou de zinco. Os materiais protegidos com uma camada de cobre são chamados de cobreados e os protegidos com uma camada de zinco são chamados de zincados ou galvanizados. Comparativamente ao zinco, os materiais cobreados mostram-se normalmente com maior resistência à corrosão.

Devido ao custo mais elevado do cobre e ao fato de que os fios das cercas são de arame ou cordoalha de aço galvanizado, é interessante se utilizar no aterramento materiais galvanizados. Se misturarmos materiais galvanizados com materiais cobreados, aumentaremos muito o potencial de corrosão em todos os pontos onde o material galvanizado tocar o material cobreado.

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

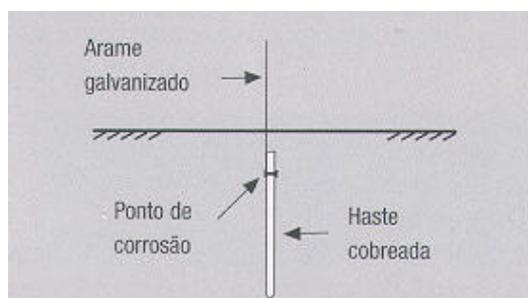


FIGURA 15

O aterramento feito com hastes é bastante prático porque não é preciso abrir valas ou buracos, pois as hastes são cravadas no solo por meio de marretadas.

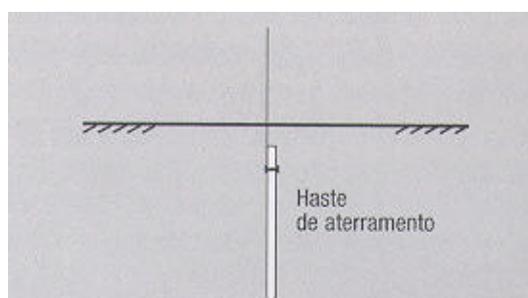


FIGURA 16

Uma haste de aterramento muito comum é feita com uma cantoneira ou chapa dobrada de aço galvanizado, com 2,40 metros de comprimento.

Muitas vezes são utilizados como aterramento canos de água galvanizados ou então radiadores velhos. Estas são boas soluções pois o cano galvanizado é resistente à corrosão bem como o radiador, cujos tubos são de cobre.

Ao invés de hastes podemos utilizar como aterramento um fio colocado na horizontal. Neste caso, será necessário cavar um buraco ou uma vala para enterrar o fio.

Geralmente o fio na horizontal é menos efetivo que o fio na vertical, devido ao fato de que o fio na vertical atinge geralmente porções úmidas do solo. A umidade do solo é um fator importante: quanto mais úmido for o solo, melhor será o aterramento. Algumas pessoas sugerem a colocação de sal no aterramento. Isto melhora o aterramento, mas aumenta muito o potencial de corrosão, pois o sal, junto com a umidade do solo, formam um composto altamente corrosivo.

As normas para aterramento geralmente recomendam que os fios ou cordoalhas utilizados para aterramento tenham uma bitola mínima de 8 mm (50 mm²). Dada a pequena disponibilidade e alto custo de um cabo com diâmetro de 8 mm para as grandes extensões de cerca de uma fazenda, o fazendeiro pode lançar mão da própria cordoalha de curral, com diâmetro de 6,4 mm e galvanização pesada. Apesar desta bitola ser menor que a recomendada pelas normas, ela é suficiente para garantir uma boa durabilidade do aterramento.

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

Um fio de 3,0 m de comprimento e diâmetro de 6,0 mm, enterrado a uma profundidade de 0,5 metro, na horizontal, é equivalente a uma haste (cobreada ou galvanizada) de 2,0 m, cravada na vertical.

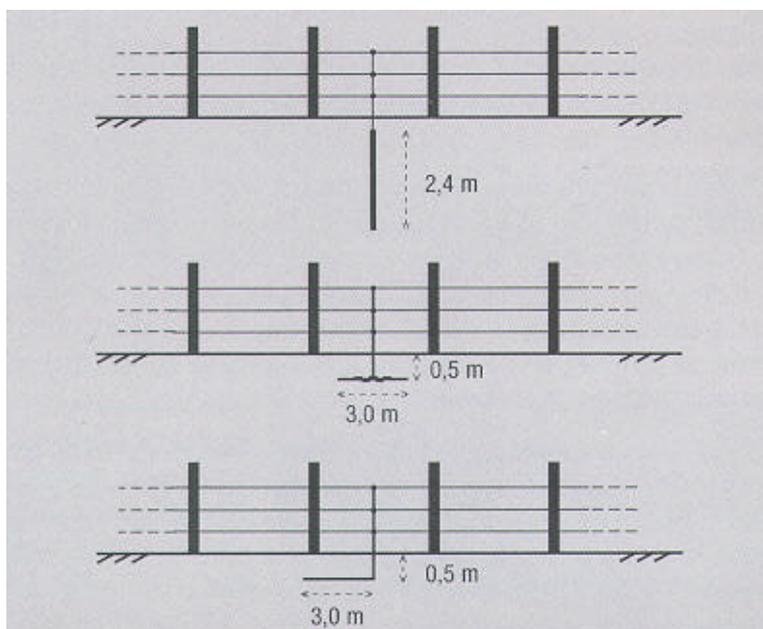


FIGURA 17

O número de pontos de aterramento na cerca deve ser o maior possível. Em média devemos aterrar nossas cercas a cada 50 metros. Em terrenos permanentemente úmidos o aterramento poderá ser feito de 100 em 100 metros. Isto pressupondo que coloquemos um bom "fio-terra".

Bom "Fio-Terra":

- protegido contra corrosão;
- bem conectado a todos os fios da cerca e ao aterramento;
- boa superfície de contato com o solo;
- enterrado a uma profundidade de pelo menos 2,0 metros na vertical ou 0,5 metro na horizontal, com um comprimento mínimo de 3,0 metros.

À medida que fugimos do padrão em busca de soluções mais viáveis ao ambiente de fazendas, perdemos na eficiência do aterramento. Assim, quando optamos por soluções menos dispendiosas, devemos aumentar o número de pontos de aterramento ou fios-terra para compensar as deficiências técnicas.

6 - PROTEÇÃO DE CERCAS CONTRA OS RAIOS

Não devemos fazer aterramentos dos dois lados do seccionamento das cercas, pois os aterramentos ficariam muito próximos, o que iria prejudicar o seccionamento. Os aterramentos de dois trechos de cerca seccionados devem ficar, no mínimo, afastados 20,0 metros.

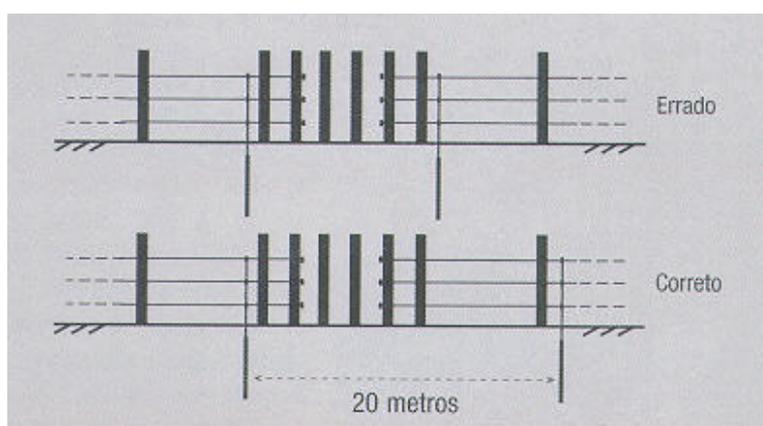


FIGURA 18

Devemos evitar fazer aterramentos perto de locais onde a circulação de pessoas e animais é grande. Isto se deve ao fato de que a corrente do raio, circulando no solo, provoca o aparecimento de "voltagens" perigosas. No caso de se fazer aterramentos perto de porteiiras ou perto de casas, alguns cuidados especiais precisam ser tomados. No item 8 são apresentadas algumas sugestões para a realização de aterramentos nestes locais, bem como para aterramento e seccionamento de cercas.

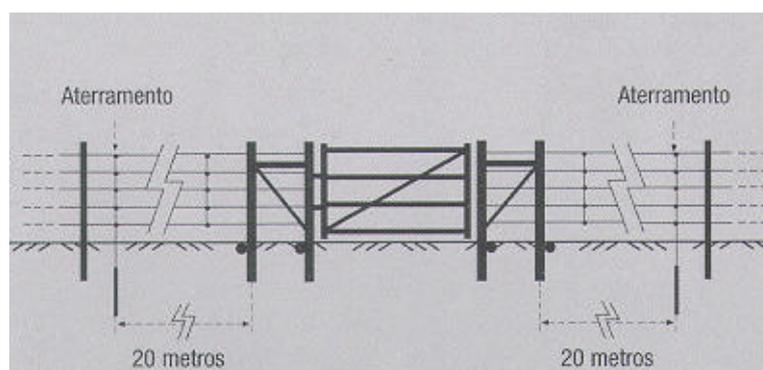


FIGURA 19

7 - A PROTEÇÃO DOS CURRAIS

Como no curral temos uma grande concentração de animais, uma maior circulação de pessoas e uma menor extensão ou área comparadas às cercas de uma fazenda, a proteção contra raios deve ser feita com maiores cuidados.

No Brasil se constroem basicamente dois tipos de currais ou mangueiras: o curral de régua e o curral de cordoalha de aço, com setor de serviço em régua. Ambos, ou qualquer outro tipo de curral, devem ser protegidos contra raios.

No caso de currais de cordoalha e curraletes de confinamento sem edificações, a proteção consiste no aterramento e seccionamento das cercas de fechamento. Se a cerca não for muito comprida não existe a necessidade de seccionamento. A presença de porteiras neste caso é comum e, na maioria das fazendas, os lances de cercas internas e de contorno dos currais e curraletes são pequenos. O aterramento da cerca deve ser feito de forma aprimorada e será necessária a adoção de um sistema para evitar que as correntes que irão circular no solo não provoquem choques nos animais. Mais à frente iremos detalhar este aterramento.

No caso de currais de régua e de currais de cordoalha ou de confinamento com edificações (bezerreiro, sala de ordenha, depósito de concentrados e minerais, etc.), é interessante que se instale pára-raios. Mesmo no caso de curral sem edificações, se o mesmo for localizado em local elevado ou descampado é também interessante que se instale pára-raios.

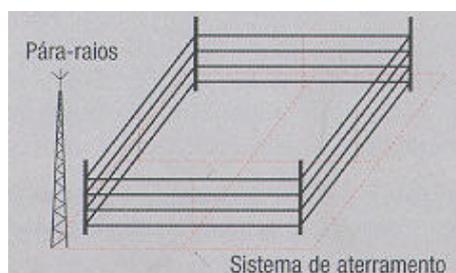


FIGURA 20

7.1 - O PÁRA-RAIOS

Pára-raios são dispositivos instalados nas edificações para evitar que os raios caiam nas construções. O pára-raios é ligado à terra e a corrente do raio é levada para o chão sem circular pelos caminhos metálicos da casa. O pára-raios não atrai nem evita os raios, ele apenas direciona para a terra um raio que iria cair sobre a casa.

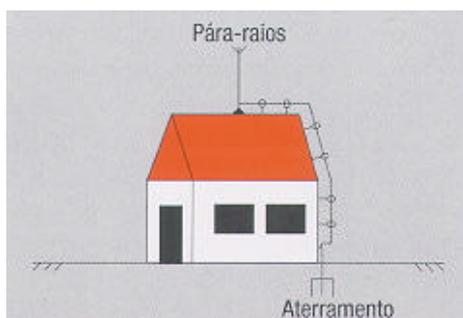


FIGURA 21

A norma brasileira NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Jun/93 determina os critérios de instalação de pára-raios.

O pára-raios deve ser instalado adequadamente. É preferível não instalar pára-raios do que instalá-lo de forma inadequada.

Geralmente, edificações em locais descampados e em locais elevados necessitam de um pára-raios.

7 - A PROTEÇÃO DOS CURRAIS

7.2 - O ATERRAMENTO DAS CERCAS DOS CURRAIS

Como a circulação da corrente do raio pelo solo provoca o aparecimento de “voltagens” perigosas, é necessário que o aterramento evite ou diminua os valores destas voltagens.

Quando a corrente do raio desce para a terra pelo aterramento, provoca no solo a circulação de corrente elétrica e o solo em torno do aterramento fica “eletrificado”. Um animal ou pessoa perto do aterramento poderá tomar um choque violento.

Se o piso do curral fosse de metal, não teríamos o aparecimento destas “voltagens” perigosas. Como um piso metálico é técnica e economicamente inviável, é interessante adotar um piso que se comporte como um piso metálico.

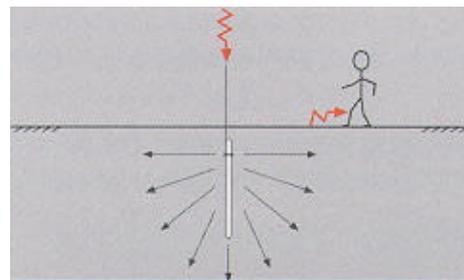


FIGURA 22

Isto pode ser conseguido pela instalação de uma tela metálica (malha de aterramento) sob o piso do curral.

Quanto mais fechada for esta malha maior será o grau de proteção.

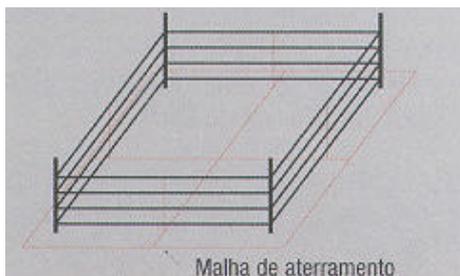


FIGURA 23

A malha de aterramento deve ser enterrada a uma profundidade de no mínimo 0,5 metro (50 centímetros) para melhor contato com o solo e também para evitar que os animais venham a tropeçar ou embarçar-se nos fios da malha.

A malha deve ter uma distância entre os fios a menor possível. Em terrenos arenosos, pedregosos e bem drenados, ou em currais onde o valor do gado manejado ou confinado é elevado (animais reprodutores, animais de elite, etc.), deve-se fazer a malha de aterramento com uma distância máxima de 5,0 metros entre os

fios. Em terrenos argilosos e úmidos pode-se adotar maiores distâncias entre os fios da malha. A distância máxima recomendada é de 20,0 metros.

Uma alternativa para a malha de aterramento de curraletes que abrigam animais de alto valor é a utilização da tela soldada galvanizada para alambrados urbanos. Neste caso, deve-se optar por uma tela com maior diâmetro dos fios (3,4 mm). A tela soldada galvanizada possui uma malha de 15 x 5 cm e altura de 2,0 m. No item 8.3 descrevemos maiores detalhes da colocação da tela soldada como malha de aterramento.

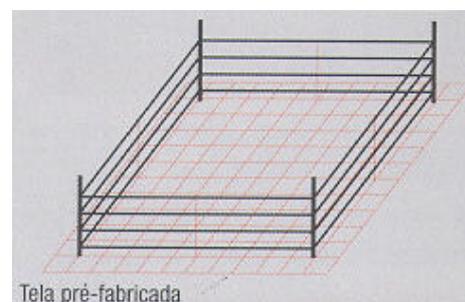


FIGURA 24

7 - A PROTEÇÃO DOS CURRAIS

O material para a confecção da malha deve ser resistente à corrosão, para garantir uma boa durabilidade da malha. Pode-se usar a própria cordoalha das cercas do curral, que é a cordoalha de aço zincado de 7 fios, com diâmetro de 6,4 mm ou 1/4".

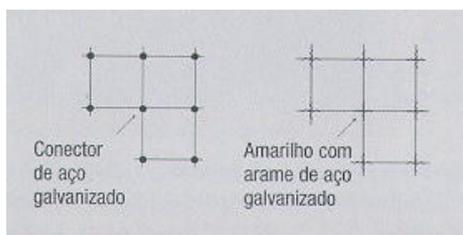


FIGURA 25

Os pontos onde os fios da malha de aterramento se cruzam devem ser interligados. Esta interligação pode ser feita com um conector (parafuso fendido galvanizado ou abraçadeiras, clips, também galvanizados) ou então por meio de uma amarração bem-feita. Esta amarração deverá ser feita com um arame galvanizado, por exemplo, o BWG 14 (2,10 mm).

ligação está detalhada no item 8.2.

Em currais pequenos, de até 400 metros quadrados aproximadamente, pode-se adotar apenas um anel metálico enterrado junto à cerca, a uma profundidade de, no mínimo, 0,5 metro, afastado, no mínimo, 1,0 m da cerca do curral.

Outra opção para o anel de aterramento seria a colocação de uma cordoalha, do mesmo tipo da utilizada na cerca do curral, dentro da viga baldrame ou alicerce, que em certos currais são feitos para travamento inferior de esteios, estética e para caixa de encascalhamento. A cordoalha embutida no concreto deve ser ligada a todos os fios da cerca do curral, a cada 20 metros. A cordoalha embutida no concreto terá uma maior vida útil que a enterrada no solo, bem como uma maior eficiência, pelo fato de o concreto ser um bom absorvente de água e conseqüentemente um bom condutor para as correntes de descarga atmosférica.

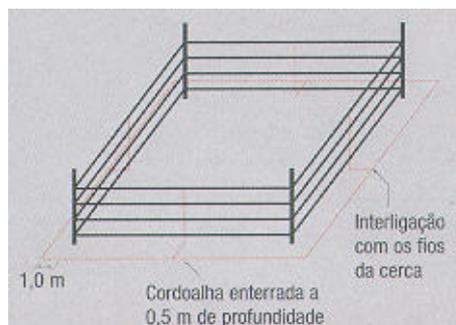


FIGURA 26

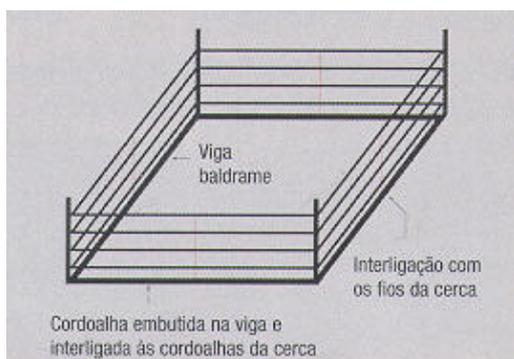


FIGURA 27

Tanto para a malha quanto para o anel metálico deve-se optar por um condutor com um bom revestimento de zinco e com bitola mais grossa, a fim de se ter uma durabilidade maior, uma vez que a drenagem do chorume acelerará o processo de enferrujamento. A cordoalha de aço zincado para curral, de 7 fios, com diâmetro de 6,4 mm, é o condutor com galvanização pesada de maior bitola disponível no campo.

7 - A PROTEÇÃO DOS CURRAIS

Estas soluções, apesar de caras, são as que funcionam efetivamente. Se não se adotar nenhuma das medidas sugeridas deve-se, pelo menos, aterrar as cercas dos currais, utilizando-se os mesmos critérios adotados no aterramento de cercas, ou seja, aterrar a cerca do curral a cada 50 metros (preferencialmente a cada 20 metros) com uma haste ou então um fio de 3,0 m de comprimento, enterrado na horizontal a uma profundidade de pelo menos 0,5 metro.

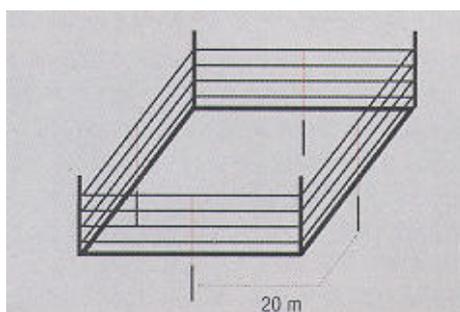


FIGURA 28

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

Neste item serão apresentadas, de forma resumida, as principais recomendações para proteção de cercas e currais.

8.1 - SECCIONAMENTO DAS CERCAS

Deve ser feito a cada 200 metros, no máximo a cada 300 metros. O espaçamento entre os esticadores deve ser de, no mínimo, 50 centímetros.

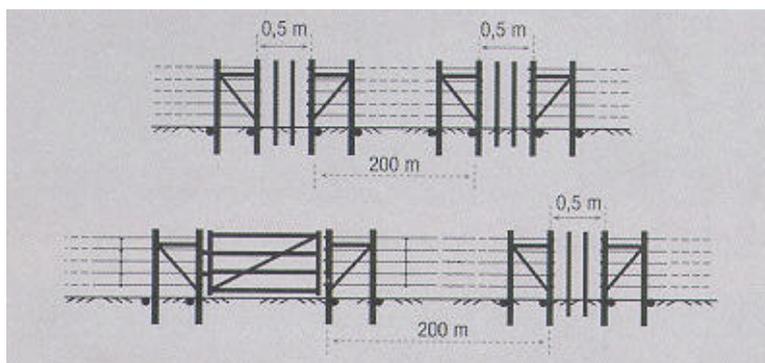


FIGURA 29

8.2 - ATERRAMENTO DAS CERCAS

Feito a cada 50 metros em terrenos secos; a cada 100 metros em terrenos úmidos.

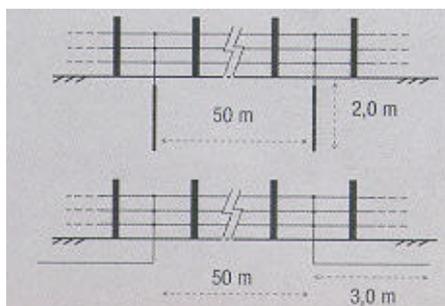


FIGURA 30

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

Nunca fazer aterramentos dos dois lados do seccionamento.

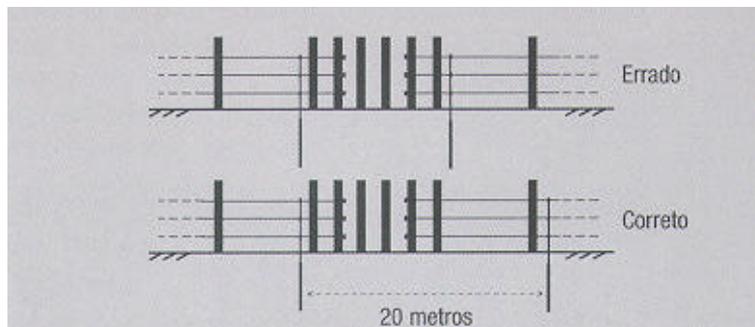


FIGURA 31

O aterramento com hastes é detalhado na figura 32.

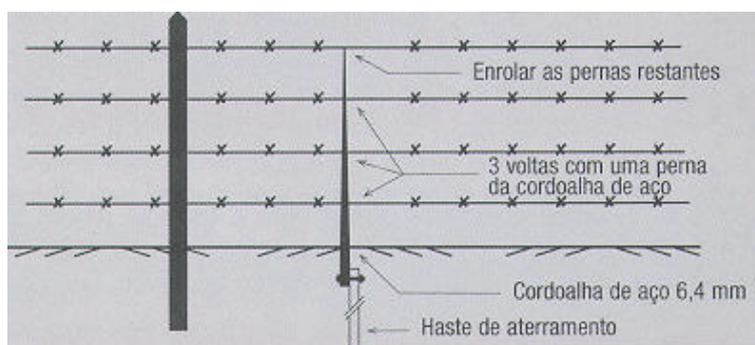


FIGURA 32

O aterramento com cordoalha na horizontal é detalhado na figura 33. Para a instalação de um aterramento deste tipo gasta-se de 5,0 a 6,0 metros da cordoalha zincada de 6,4 mm, dependendo da altura da cerca.

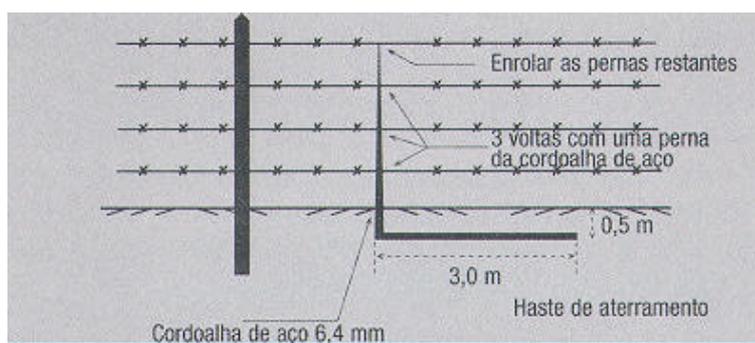


FIGURA 33

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

8.2.1 - ATERRAMENTO EM LOCAIS COM GRANDE CIRCULAÇÃO DE PESSOAS OU ANIMAIS

Evitar fazer aterramentos em locais com grande circulação de pessoas ou animais. Se isto não for possível, adotar a metodologia mostrada na figura 34, onde se pode notar que a cabeça da haste ou o fio de aterramento está enterrado a um metro de profundidade e o fio que liga os arames da cerca ao aterramento está isolado do solo por um tubo de PVC. Isto evita que a corrente do raio circule na superfície do solo, evitando-se assim o aparecimento de "voltagens" perigosas.

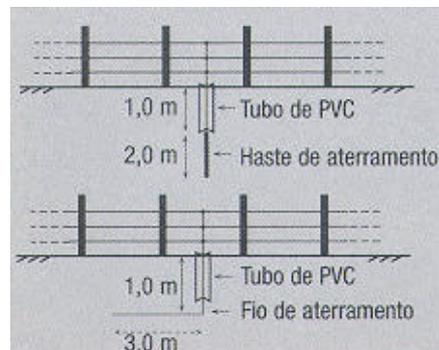


FIGURA 34

8.2.2 - ATERRAMENTO COM O PRÓPRIO ARAME DA CERCA

No caso de cercas que estão sendo construídas pode-se usar o próprio arame utilizado na construção da cerca para se fazer o aterramento. Como já foi comentado, para garantir uma boa durabilidade do aterramento é importante que se use um fio de aterramento de bitola maior, e isto pode ser conseguido utilizando-se vários fios de menor bitola em paralelo (4 ou 5 fios do tipo utilizado na cerca) ou uma cordoalha de 6,4 mm. As figuras 35 e 36 apresentam algumas das possíveis soluções.

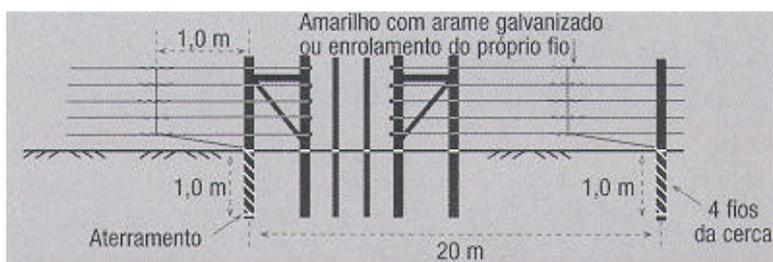


FIGURA 35

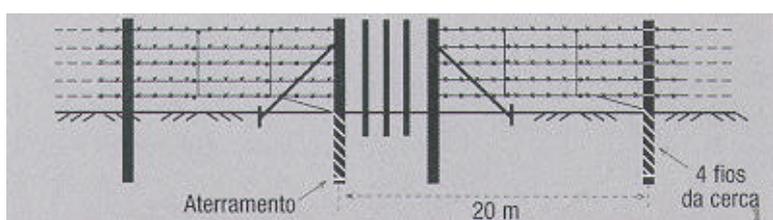


FIGURA 36

Os mourões que receberão os fios de aterramento, antes de serem enterrados, recebem uma espiral de 4 ou 5 fios do próprio arame da cerca até a superfície do terreno, deixando ainda uma sobra de 2,5 metros dos 4 fios para fazer os contatos com todos os fios da cerca.

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

Para se garantir uma baixa resistência de aterramento, o mourão suporte do mesmo deve ter um diâmetro de, no mínimo, 15 cm, e ser enterrado a uma profundidade de, no mínimo, 1 metro. Para a confecção da espiral deve-se iniciar o enrolamento dos 4 ou 5 fios de arame ao redor da base do mourão dando no mínimo 5 voltas com este conjunto de arames. Com o uso de grampos galvanizados de cerca faz-se a fixação do conjunto de 4 ou 5 fios de arames ou da cordoalha ao redor da base do mourão.

No caso de se utilizar para a espiral de aterramento o mesmo arame que será utilizado na cerca, as conexões aos fios desta podem ser feitas pelo enrolamento do próprio arame nos fios da cerca.

Para a instalação de um aterramento deste tipo gastam-se, aproximadamente, 20 metros de arame (liso ou farpado).

No caso de se optar pelo uso da cordoalha para a confecção da espiral, as conexões aos fios da cerca podem ser feitas desalmando-se os 7 fios que constituem a cordoalha e enrolando cada fio da cordoalha em um fio da cerca (Figura 37).

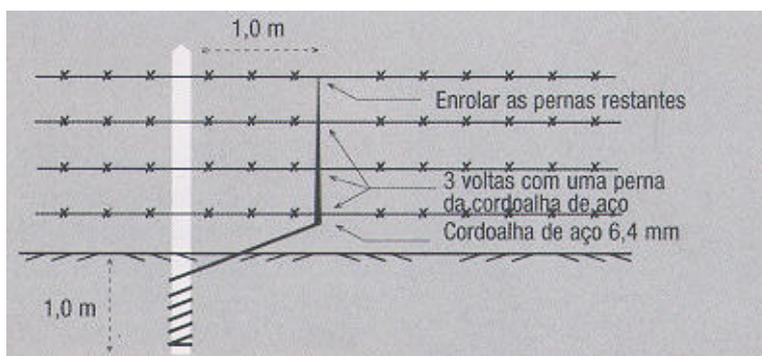


FIGURA 37

Iniciam-se os contatos do aterramento com os fios da cerca propriamente dita a mais ou menos 1 metro do mourão, para que nos eventuais reesticamentos dos fios da cerca, o fio-terra não atrapalhe o deslocamento dos arames da mesma pela furação dos mourões.

8.3 - ATERRAMENTO DE CERCAS DE CURRAIS

Currais com menos de 400 metros quadrados em terreno úmido ou argiloso, ou com manejo ou confinamento de gado de baixo valor. Figura 38: curral sem viga baldrame. Figura 39: curral com viga baldrame.

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

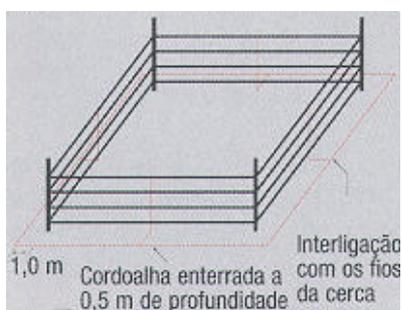


FIGURA 38

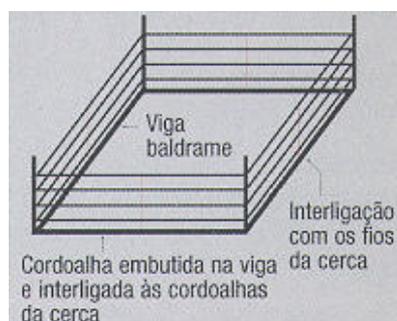


FIGURA 39

Currais com menos de 400 metros quadrados em terreno arenoso com baixa retenção de umidade e com manejo ou confinamento de gado de alto valor: figura 40.

Currais com mais de 400 metros quadrados em terreno úmido e com manejo ou confinamento de gado de baixo valor: figura 41.

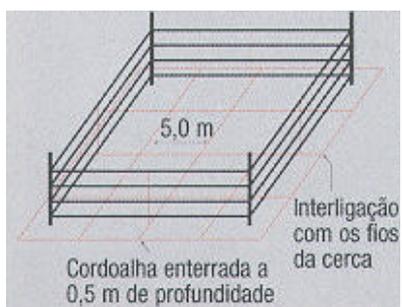


FIGURA 40



FIGURA 41

Currais com mais de 400 metros quadrados em terreno bem drenado e com manejo ou confinamento de gado de alto valor: figura 42.

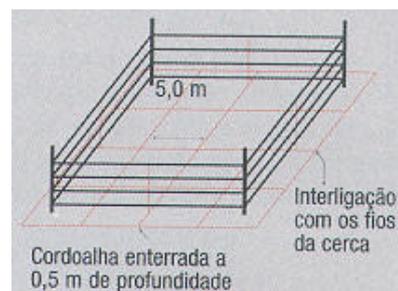


FIGURA 42

8 - DETALHES DO ATERRAMENTO E SECCIONAMENTO DAS CERCAS

Havendo disponibilidade de recursos, a malha de aterramento do curral pode ser feita através da tela soldada galvanizada. Sua instalação consiste em escavar a 0,5 m de profundidade no piso do curralete, estender sobre todo o piso peças de telas soldadas, conectadas umas às outras pelo trespasse de 20 cm com alguns pontos de amarilhos, conectar este "tapete" de tela a todos os fios da cerca a cada 20 metros e por fim aterrar, compactando bem. A tela deve chegar até as cercas do curral, e se possível, deve-se estender 1 metro por fora da cerca, como mostrado na figura 43.

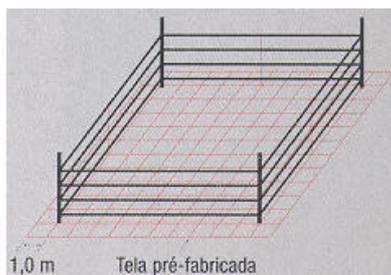


FIGURA 43

Se nenhuma das soluções propostas for adotada, aterrar a cerca do curral utilizando-se os mesmos critérios adotados no aterramento de cercas, ou seja, aterrar a cerca a cada 50 metros (preferencialmente a cada 20 metros) com uma haste ou então um fio de 3 metros de comprimento, enterrado na horizontal a uma profundidade de pelo menos 0,5 metro.

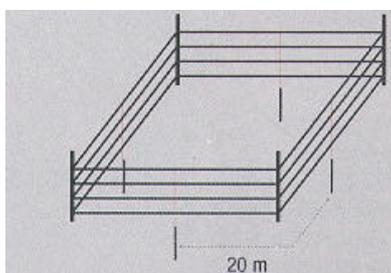


FIGURA 44

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas*. Norma Brasileira NBR 5419, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, junho de 1993.
- 2 - *The protection of structures against lightning*. South African Standard. SABS 03-1985, The Council of the South African Bureau of Standards, ISBN: 0-626-07358-8.
- 3 - Golde, R. H.; *Lightning protection*. Butler & Tanner Ltd, London, 1973, ISBN: 0-7131-3289-2.
- 4 - Hart, W. C. ; Malone, E. W.; *Lightning and lightning protection*. Publisher: Don White Consultants, Inc., USA, 1979, ISBN: 0-932263-14-3.