

O potencial do vento

A origem e o desenvolvimento da energia eólica no mundo e os fatores que contribuíram para fazer da energia proveniente da força dos ventos a segunda mais barata do Brasil

Lançado Guia O Setor Elétrico de Normas Brasileiras

Em debate

Afinal, arquitetos e engenheiros civis podem assinar projetos elétricos?

Explosão de bueiros: acidente ou descaso?

Dimerização de lâmpadas fluorescentes

Pesquisa avalia o mercado de sistemas e equipamentos de iluminação

Capítulo XII

Procedimentos para medição da resistividade do solo

Jobson Modena e Hélio Sueta*

No capítulo anterior, foram apresentados, de forma resumida, alguns métodos de medição da resistividade do solo e arranjos descritos no projeto da norma ABNT NBR 7117, com a revisão do texto já em fase de análise de votos. Este fascículo apresenta os procedimentos para a medição da resistividade do solo incluindo o número e o posicionamento das linhas de medição, as condições mínimas a serem observadas e alguns cuidados a serem tomados durante o ensaio.

O número mínimo de linhas de medição, sua direção e localização dos pontos dependem da geometria, da área e das características locais do terreno sob estudo.

A norma define como “uma medição” o conjunto de leituras obtidas em uma mesma direção de cravamento e diversos espaçamentos entre hastes, realizado conforme o método de medição dos quatro pontos pelos diversos arranjos descritos no capítulo anterior.

O projeto de norma ABNT NBR 7117 apresenta uma tabela e uma figura (aqui reproduzidas como Figura 1 e Tabela 1) onde é possível se obter o número mínimo de linhas de medição em função da área do terreno.

A tabela considera áreas de até 20.000 m². Para áreas superiores, deve-se dividir o terreno remanescente em áreas de até 10.000 m², acrescentando-se linhas de medição equivalentes às descritas na tabela.

Como exemplo, um terreno com uma área de 25.000 m² deve ser considerada uma área de 20.000 m² com um número mínimo de seis linhas mais uma

TABELA 1 – ÁREA DO TERRENO E NÚMERO MÍNIMO DE LINHAS DE MEDIÇÃO

ÁREA DO TERRENO (M ²)	NÚMERO MÍNIMO DE LINHAS DE MEDIÇÃO	CROQUIS PARA AS LINHAS DE MEDIÇÃO
$S \leq 1.000$	2	FIGURA 1-(A)
$1.000 < S \leq 2.000$	3	FIGURA 1-(B)
$2.000 < S \leq 5.000$	4	FIGURA 1-(C)
$5.000 < S \leq 10.000$	5	FIGURA 1-(D)
$10.000 < S \leq 20.000$	6	FIGURA 1-(E)

área de 5.000 m² com um número mínimo de quatro linhas, resultando em dez linhas de medição.

A Figura 1 apresenta os croquis com as direções utilizadas para as medições de resistividade.

É importante ressaltar que não é somente a área do terreno que determina o número de medições, devem ser levadas em conta também as variações nas características do solo local, devendo-se medir separadamente a resistividade nos diferentes tipos de terreno existentes e também sempre analisar as eventuais diferenças entre os resultados obtidos nas diversas linhas de medição para uma mesma distância entre eletrodos. Quanto maior for a discrepância dos resultados, maior deve ser o número de linhas de medição.

Condições mínimas a serem observadas:

- Variação sazonal. No mínimo uma medição no período mais crítico deve ser realizada, sendo que, de uma maneira geral, este período coincide com aquele em que o solo está mais seco. Convencionou-se, dependendo da condição climática, que essa condição

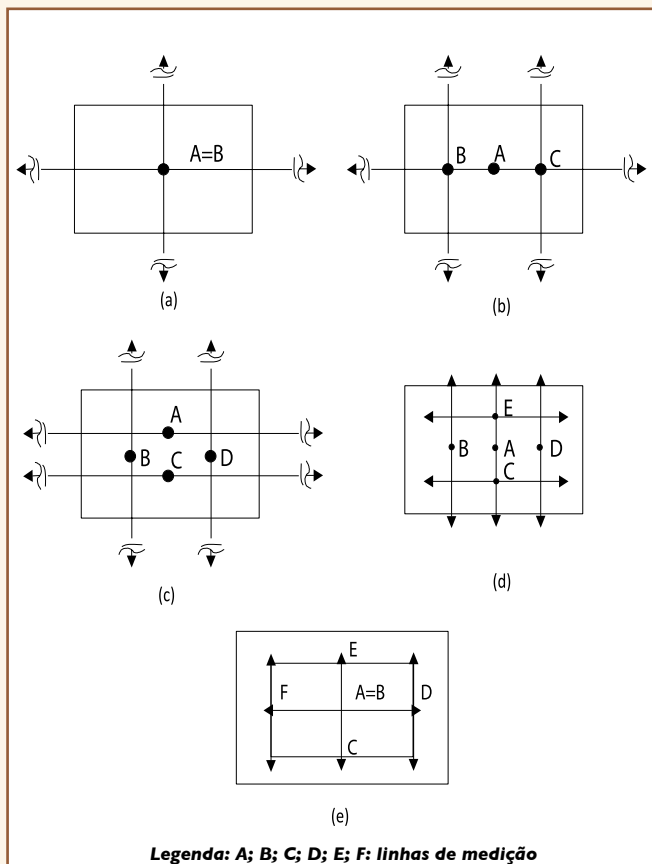


Figura 1 – Croquis para medições de resistividade.

geralmente pode ser atingida após um período de sete dias sem chuvas. É recomendável que seja feita uma análise criteriosa em que o bom senso prevaleça para que um dia onde ocorra, por exemplo, cinco minutos de chuva forte não tenha a mesma relevância de um dia com 15 horas consecutivas de garoa intermitente. Ou seja, o parâmetro de comparação deve sempre ser a condição de exposição do solo.

- Em projetos especiais ou para uma estimativa de projeto, medições com o solo na situação que não seja a mais crítica podem ser realizadas, porém uma medição posterior sempre será recomendável a fim de garantir os parâmetros inicialmente adotados.
- Em áreas em que há correção do nível do terreno, no mínimo uma medição deverá ser feita após a conclusão desta correção.
- Muito bom senso deve ser tomado na análise dos valores obtidos nas medições. Pontos de uma mesma área com desvio superior a 50% em relação ao valor médio das medições realizadas podem vir a caracterizar uma subárea específica, neste caso, medições complementares ao seu redor devem ser realizadas, para ratificação dos resultados e, se isso não acontecer, deve ser considerada a conveniência de descartar esta linha de medição.
- Qualquer tipo de interferência na medição pode ser analisada. No caso de medições de resistividade próximas a malhas existentes, objetos condutores enterrados ou cercas aterradas, deve-se afastar a linha de medição a uma distância onde estas interferências sejam reduzidas e devem ser utilizados instrumentos que possuam filtros

que possam evitar ou atenuar os efeitos da proximidade com circuitos energizados.

- No caso de projetos de linhas de transmissão, devem ser realizadas duas medições em direções ortogonais nos pontos escolhidos, de preferência no sentido longitudinal ao encaminhamento da linha e outra no sentido perpendicular, que devem coincidir com a localização das estruturas.
- Em cada linha de medição, um mínimo de 5 medidas com distancias diferentes entre eletrodos devem ser realizadas.
- As medições em uma linha de medição devem iniciar com uma distância de 1 metro entre eletrodos e prosseguir, se possível, dobrando o espaçamento, por exemplo: 1, 2, 4, 8, 16, 32 ... metros. Distâncias intermediárias entre eletrodos também são aceitas, desde que repetidas nas demais direções.
- Qualquer condição diferente àquelas citadas anteriormente só poderão ser utilizadas perante justificativas técnicas coerentes depois de observadas as condições específicas do local da medição.

O projeto de norma apresenta também um modelo de planilha a ser utilizado nas medições e um anexo completo com as características dos instrumentos de medição. Descreve também os cuidados que devem ser tomados quando estiver realizando as medições de resistividade:

- Não realizar medições sob condições atmosféricas adversas devido à possibilidade de ocorrência de descargas atmosféricas;
- Utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados com tipo e local da medição;
- Tomar providências para que pessoas não ligadas ao ensaio e animais não circulem pelo local das medições;
- Não tocar nos eletrodos durante as medições.

A interpretação dos resultados obtidos nas medições deve ser bastante criteriosa e necessita de grandes cuidados para a sua validação. É muito importante estabelecer uma equivalência simples para a estrutura do solo. Esta equivalência depende da exatidão e extensão das medições, do método utilizado, da complexidade matemática envolvida e da finalidade das medições.

Para a maioria das aplicações, a estratificação do solo obtida para duas camadas já é suficiente, porém não se deve tomar essa afirmação como regra. Há casos que um detalhamento matemático mais complexo se faz necessário para se determinar o modelo estratificado para a terceira e até a quarta camada.

JOBSON MODENA é engenheiro eletricista, membro do Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei), CB-3 da ABNT, em que participa atualmente como coordenador da comissão revisora da norma de proteção contra descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419). É diretor da Guismo Engenharia.

HÉLIO SUETA é engenheiro eletricista, mestre e doutor em Engenharia Elétrica, diretor da divisão de potência do IEE-USP e secretário da comissão de estudos que revisa a ABNT NBR 5419:2005.

Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br