

**UNIDADE II****“RESISTÊNCIA E RESISTIVIDADE DO TERRENO”****1. INTRODUÇÃO**

Para garantir o bom funcionamento do aterramento é necessário assegurar uma correta união das partes metálicas da instalação, um contato permanente do terreno com o eletrodo ou eletrodos e uma boa resistividade do terreno.

A resistividade do terreno é uma característica inerente, que depende da sua natureza e, na maioria dos casos, de fatores externos. É importante conhecer o seu comportamento frente à presença de sais, umidade, temperatura, etc., com a finalidade de considerar a sua medição e manutenção.

Neste capítulo analisam-se os fatores que influem diretamente no aumento ou diminuição da resistividade do terreno.

**2. COMPORTAMENTO ELÉTRICO DO TERRENO****2.1 A RESISTIVIDADE DOS SOLOS**

A resistividade dos solos se expressa em  $\Omega\text{m}$ ,  $\Omega\text{cm}$  ou  $\Omega\text{mm}$ , que corresponde à resistência que apresenta um cubo de 1 metro cúbico de solo ou águas, entre as suas paredes laterais opostas e é representada pela letra grega  $\rho$ .

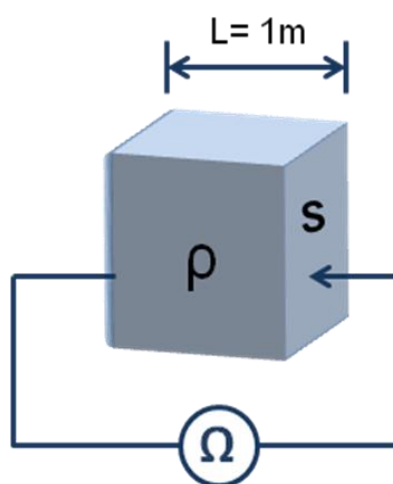


Figura 2.1 Resistividade de um cubo de terreno de 1m de aresta.

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad \text{então} \quad \rho = \frac{R \cdot S}{L}$$

então

Onde:

R = Resistência ( $\Omega$ ).

L = Comprimento (m).

S = Seção ( $m^2$ ).

$\rho$  = Resistividade ( $\Omega \cdot m$ ).

A resistividade do terreno depende da sua natureza, estratificação (camadas de diferente composição), conteúdo de umidade, salinidade e temperatura. A resistividade de um terreno também se vê afetada pelas variações sazonais.

Por outro lado, à medida que aumenta o tamanho das partículas, aumenta o valor da resistividade. Por isso, o cascalho tem maior resistência em relação à areia e possui uma resistividade superior à argila.

## **2.2 INFLUÊNCIAS NO COMPORTAMENTO ELÉTRICO DO SOLO**

A terra representa geralmente um mau condutor (grande conteúdo de óxido de silício e óxido de alumínio que são altamente resistivos); mas, graças ao amplo volume disponível, podem-se obter através dela os níveis condutivos necessários para a sua utilização auxiliar; e com a presença de sais e água contida nos mesmos, melhora notavelmente a condutividade dos mesmos.

## **2.3 FATORES QUE DETERMINAM A RESISTIVIDADE DOS SOLOS**

Na resistividade do terreno influem os seguintes fatores é necessária a sua avaliação:

- Natureza dos solos.
- A umidade.
- A temperatura do terreno.
- A concentração de sais dissolvidos.
- A compactação do terreno.
- A estratificação do terreno.

### **2.3.1 NATUREZA DOS SOLOS**

Os solos são bons, regulares ou maus condutores da eletricidade em função da sua natureza. A análise e conhecimento desta natureza é o primeiro passo para a instalação adequada do sistema de aterramento.

Na tabela a seguir mostram-se os valores característicos da resistividade dos solos, onde é possível apreciar que entre a resistividade da água do mar e o gelo há uma grande diferença e pode-se concluir que a água do mar é a que apresenta a resistividade mais baixa e, portanto, é um bom condutor de eletricidade.

Tipo de solo ou água	Valor típico de resistividade ( $\Omega\text{m}$ )
Água de mar	2
Argila	40
Águas subterrâneas	50
Areia	2 000
Granito	25 000
Gelo	100 000

Tabela 2.1 Valores típicos de resistividade.

### 2.3.2 A UMIDADE

A resistividade que um terreno apresenta é em relação inversa à porcentagem de umidade contida no mesmo. Ao aumentar a umidade, diminui a resistividade e vice-versa. Em qualquer caso, sempre que é acrescentada água a um terreno, diminui a sua resistividade com relação à que teria em seco.

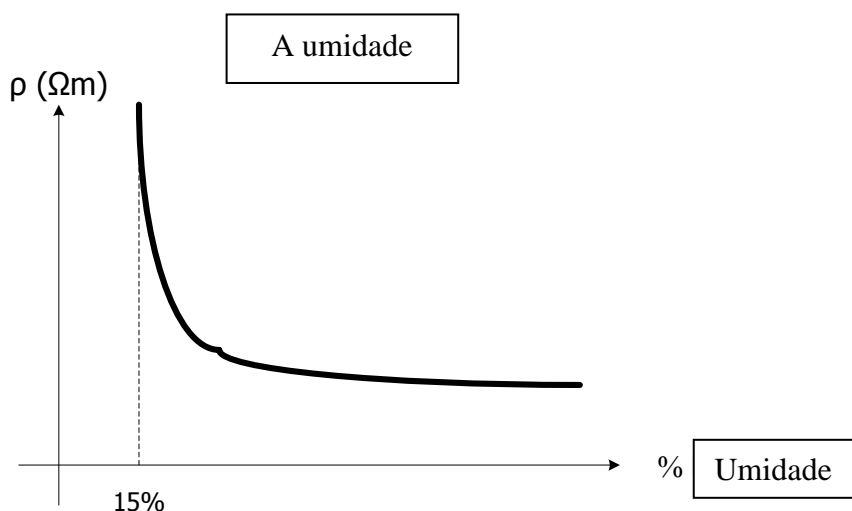


Figura 2.2 Variação da resistividade em função da porcentagem de umidade.

### 2.3.3 A TEMPERATURA DO TERRENO

A resistividade dos solos também depende da temperatura; esta característica térmica do terreno depende da sua composição, do seu grau de compactação e do grau de umidade.

A resistividade do terreno aumenta ao diminuir a temperatura, mas quando o terreno esfria abaixo de zero grau celsius, a água que contém congela. O gelo é um isolante do ponto de vista eléctrico, o que implica que a mobilidade dos íons do terreno através da água se vê detida ao congelar a mesma. Uma forma de amortecer este efeito em áreas com clima continental (invernos frios e verões quentes) será introduzindo os eletrodos em maior profundidade.

Figura 2.3 Variação da resistividade do terreno em função da temperatura.

### 2.3.4 A CONCENTRAÇÃO DE SAIS DISSOLVIDOS

Ao se apresentar uma maior concentração de sais dissolvidos em um terreno, diminui a resistividade e, portanto, melhora notavelmente a condutividade.

A água faz com que os sais penetrem para a parte profunda do terreno, para a camada de depósito. Um risco grande são as chuvas excessivas, que lavam o terreno e, portanto, arrastam o sal que rodeia os eletrodos, aumentando a resistividade.

Tampouco é aconselhável localizar o eletrodo próximo do leito de um rio, pois são terrenos muito lavados e, portanto, mais resistivos que o normal.

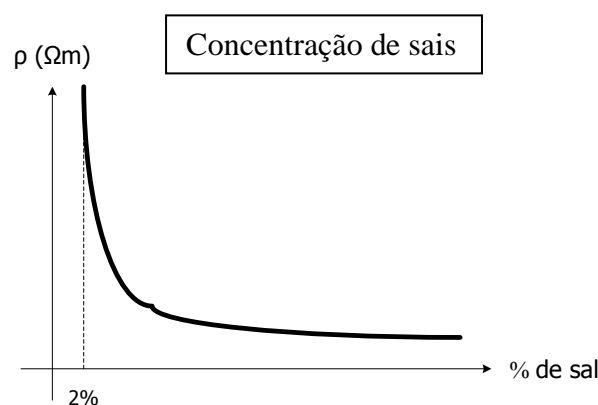


Figura 2.4 Variação da resistividade do terreno em função da percentagem de sal.

### 2.3.5 A COMPACTAÇÃO DO TERRENO

Quando a compactação do terreno é grande, diminui a resistividade; portanto, é necessário que exista um bom contato entre o eletrodo e o terreno.

No gráfico a seguir mostra-se qualitativamente a influência da compactação do solo na variação da resistividade.

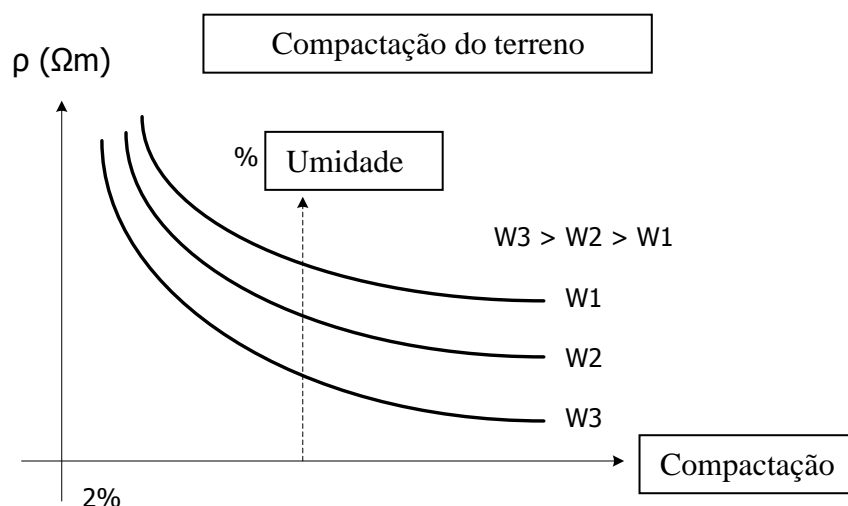


Figura 2.5 Variação da resistividade do terreno em função da compactação do terreno.

### 2.3.6 A ESTRATIFICAÇÃO DO TERRENO

O solo é formado por camadas (estratos) que têm diferentes resistividades e profundidades devido à formação geológica, que são geralmente horizontais e paralelas à superfície.

Existem estratos que se apresentam de forma inclinada ou vertical devido a falhas geológicas, mas para estudos assumem-se horizontais. O comportamento da resistividade do terreno não é uniforme e depende da característica dos estratos.

### 3. RESISTIVIDADES TÍPICAS

Na tabela a seguir detalham-se classes de resistividades de diferentes terrenos.

NATUREZA DO TERRENO	RESISTIVIDADE $\Omega\cdot m$		
Terreno pantanoso	Hasta 30		
Limo	20	a	100
Fungos	10	a	150
Argila pastosa	50		
Margas e argilas compactas	100	a	200
Margas de jurássico	30	a	40
Areia argilosa	50	a	500
Areia silícea	200	a	3 000
Solo pedregoso coberto de grama	300	a	500
Solo pedregoso nu	1 500	a	3 000
Calcário mole	100	a	300
Calcário compacto	1 000	a	5 000
Calcário fendado	500	a	1 000
Ardósia	50	a	300
Rochas de mica e quartzo	800		
Granito e grés alterado	1 500	a	10 000
Granito e grés muito alterados	100	a	600

Tabela 2.2 Resistividades típicas

Os valores médios de resistividade de terrenos mostram-se no quadro a seguir:

NATUREZA DO TERRENO	VALOR MÉDIO DA RESISTIVIDADE $\Omega\cdot m$
Terrenos cultiváveis e férteis, terraplenagens compactas e úmidas.	50
Terreno cultivável, pouco fértil, terraplenagens, em geral.	500
Solos pedregosos nus, areias secas permeáveis.	3 000

Tabela 2.3 Resistividades típicas médias.