

## —

# Condutividade

Miguel Ferreira  
Universidade do Porto

### CITAÇÃO

Ferreira, M. (2015)  
Condutividade,  
*Rev. Ciência Elem.*, V3(01):012.  
[doi.org/10.24927/rce2015.012](https://doi.org/10.24927/rce2015.012)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

07 de março de 2011

### ACEITE EM

25 de março de 2011

### PUBLICADO EM

30 de março de 2015

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2015.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



**Um meio condutor da eletricidade caracteriza-se por ter portadores de cargas que se podem mover sob a acção de um campo elétrico aplicado.**

O tipo de portadores de carga depende da natureza do meio condutor. Por exemplo, nos metais, são os eletrões de condução os responsáveis pelo transporte de carga elétrica; já nas soluções eletrolíticas, são os iões, resultantes da dissociação iónica do eletrólito, que transportam a carga, enquanto que nos plasmas, são os eletrões e iões os responsáveis pelo transporte.

Em todos os condutores, as cargas elétricas encontram-se em movimento. Contudo, uma vez que este movimento é desordenado, não há transporte efectivo de carga elétrica.

Para haver corrente, é necessário aplicar um campo elétrico para orientar o movimento das cargas. Assim sendo, existe uma relação entre a densidade de corrente,  $\vec{J}$ , e o campo elétrico,  $\vec{E}$ . Na maioria dos condutores metálicos, esta relação é de proporcionalidade direta:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

sendo  $\sigma$  a conductividade elétrica do metal.

Para descrever os fenómenos físicos que determinam a condução elétrica, usa-se um modelo clássico, cujos pressupostos são:

A rede metálica é constituída por iões que ocupam posições fixas no espaço, e um gás de eletrões de condução que se move entre os iões. Os iões são considerados como objetos impenetráveis, de massa muito superior à dos eletrões.

Os eletrões de condução colidem apenas com os iões que constituem a rede metálica; entre colisões, os eletrões de condução não interatuam entre si nem com os iões da rede metálica.

As colisões dos eletrões de condução e os iões da rede consideram-se instantâneas, mudando abruptamente a velocidade dos eletrões. A direção da velocidade dos eletrões após uma colisão é completamente aleatória, não tendo relação com a velocidade antes da colisão.

Em média, o intervalo de tempo entre duas colisões sucessivas é constante - tempo de percurso médio  $\tau$  - e a probabilidade por unidade de tempo de ocorrer uma colisão é o inverso de  $\tau$ .

Suponhamos que o metal é formado por um único elemento, de massa atómica A. Cada átomo do elemento contribui com z eletrões para a condução. Se a densidade do metal for  $\rho$ , o número de eletrões de condução por unidade de volume, também designado por den-

tidade de elétrons de condução, é dado por:

$$n = 6.022 \times 10^{23} \frac{z\rho}{A}$$

Admitamos que os elétrons de condução têm velocidade média  $\langle \vec{v} \rangle$ . A quantidade de carga elétrica que atravessa a secção reta do condutor por unidade de tempo e de área é a densidade de corrente elétrica, que é escrita da seguinte forma:

$$\vec{J} = -ne \langle \vec{v} \rangle,$$

sendo  $e$  a carga elementar.

A velocidade máxima que o elétron atinge em média entre duas colisões sucessivas pode calcular-se a partir da dinâmica clássica, em que se admite que o elétron está sujeito apenas à força elétrica. Se  $\vec{v}_0$  é a velocidade do elétron imediatamente após uma colisão, a velocidade que ele adquire num instante  $t$ , entre as duas colisões sucessivas é:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 - \frac{e\vec{E}\tau}{m}.$$

Uma vez que a primeira parcela do segundo membro da equação anterior é perfeitamente aleatória, o seu valor médio é zero. Deste modo, a velocidade média com que os elétrons se deslocam é:

$$\langle \vec{v} \rangle = -\frac{e\vec{E}\tau}{m},$$

em que  $m$  é a massa do elétron. Considerando esta expressão para a velocidade média dos elétrons, a relação entre a densidade de corrente e o campo elétrico, admitindo linearidade, é:

$$\vec{J} = \frac{ne^2\tau}{m} \vec{E}$$

donde se conclui que a condutividade elétrica do metal é:

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$$

Com base na última equação, podemos interpretar o facto da condutividade elétrica de um metal diminuir com o aumento da sua temperatura. De facto, o aumento de temperatura é consequência do aumento da energia interna do metal, que se traduz por uma agitação térmica com maior amplitude. Assim sendo, a probabilidade por unidade de tempo do ele-

trão colidir com um íon da rede aumenta, pelo que  $\tau$  diminui.

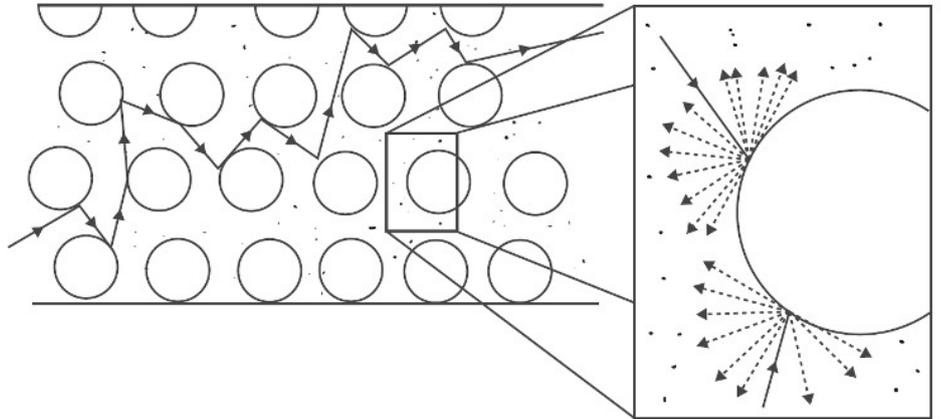


Figura 1. Modelo simplificado de um condutor metálico. As partículas maiores representam os íons da rede metálica e a cheio pode ver-se uma possível trajetória descrita por um elétron de condução. Em pormenor estão representadas a tracejado as possíveis trajetórias que o elétron pode tomar após uma colisão com um íon da rede metálica.