

## Matemática no quotidiano:

# Dos códigos de barras aos códigos bidimensionais de resposta rápida



**RICARDO CUNHA TEIXEIRA**  
Departamento de Matemática da Universidade  
dos Açores, rcteixeira@uac.pt



Os códigos de barras vieram tornar mais eficiente o pagamento nas caixas e, simultaneamente, ajudar a controlar com maior eficácia o inventário das mercadorias em armazém. O sistema Universal Product Code (UPC) foi o primeiro código de barras adotado em larga escala. Criado nos Estados Unidos da América, em 1973, apresenta 12 algarismos. O sucesso deste sistema impulsionou a sua difusão pelo mundo. Em 1976, adotou-se na Europa um sistema análogo, o European Article Number (EAN), que apresenta 13 algarismos (EAN-13). As embalagens de tamanho reduzido contam apenas com 8 algarismos (EAN-8).

Os códigos de barras são exemplos de sistemas de identificação com algarismo de controlo, que tem como objetivo verificar se foi cometido pelo menos um erro de escrita, leitura ou transmissão da informação. Nos códigos de barras, o algarismo de controlo é o algarismo das unidades (primeiro algarismo da direita). Os restantes algarismos de um código de barras contêm informação específica. Por exemplo, os três primeiros algarismos da esquerda identificam sempre o país de origem (com a exceção dos códigos de barras dos livros, que apresentam o prefixo 978 ou 979, e dos códigos de uso interno das superfícies comerciais como, por exemplo, para os artigos embalados na padaria ou na peixaria de um supermercado, que começam por 2). Seguem-se alguns exemplos: 300-379 (França e Mónaco); 400-440 (Alemanha); 500-509 (Reino Unido); 520 (Grécia); 539 (Irlanda); 540-549 (Bélgica e Luxemburgo); 560 (Portugal); 690-695 (China); 760-769 (Suíça); 789-790 (Brasil); 840-849 (Espanha e Andorra); 888 (Singapura); 958 (Macau). Observe-se que os países com uma maior produção têm à sua disposição mais de um prefixo de três algarismos.

Apresentamos na figura (em cima, à esquerda) um exemplo de um código de barras EAN-13: 5606646000012. Os algarismos armazenam a seguinte informação: 560 identifica todos os produtos de origem portuguesa; 664600001 identifica o produtor e o respetivo produto (os primeiros 4/5 algarismos identificam normalmente o produtor e os restantes algarismos o produto específico); 2 é o algarismo de controlo ou dígito de verificação.

Para se verificar se o número do código de barras está correto, procede-se da seguinte forma: fazendo a leitura do número da direita para a esquerda (isto porque se deve começar pelo algarismo de controlo), adicionam-se todos os algarismos que estão nas posições ímpares (primeiro algarismo, terceiro algarismo, ...)

adicionam-se todos os que estão nas posições pares (segundo algarismo, quarto algarismo, ...); obtêm-se, respetivamente, as somas I e P; por fim, calcula-se o valor de  $S=I+3 \times P$  que deverá ser um múltiplo de 10 (ou seja, o seu algarismo das unidades deverá ser 0). Se o resultado final não for um múltiplo de 10, significa que ocorreu um erro e que o número não está correto. Em relação ao exemplo apresentado, tem-se  $I=2+0+0+6+6+0+0+5=19$ ,  $P=1+0+0+4+6+6=17$  e  $S=19+3 \times 17=70$ , que é um múltiplo de 10.

E que relação existe entre as barras e os algarismos? Ao olhar com atenção para um código de barras EAN-13, reparamos que os 13 algarismos são distribuídos da seguinte forma: o primeiro algarismo surge isolado à esquerda das barras, enquanto que os restantes surgem por baixo destas, divididos em dois grupos de seis algarismos separados por barras geralmente mais compridas do que as restantes: três barras nas laterais (preto-branco-preto) e cinco barras ao centro (branco-preto-branco-preto-branco). As restantes barras são mais curtas e codificam os 12 algarismos (indiretamente, também codificam o algarismo da esquerda).

À primeira vista parece que as barras que compõem um código EAN-13 têm larguras diferentes (umas mais grossas e outras mais finas). Mas, verdadeiramente, cada um dos 12 algarismos é representado por um conjunto de sete barras da mesma largura, umas brancas e outras pretas. Duas ou três barras da mesma cor juntas dão a ideia que existem barras mais grossas do que outras. Durante a leitura, o leitor ótico atribui a cada barra branca o valor zero e a cada barra preta o valor um, obtendo-se assim

uma sequência binária de comprimento sete para cada algarismo (ver tabela).

A representação dos algarismos por barras brancas e pretas respeita alguns princípios como os de paridade e simetria, pelo que um algarismo não é sempre representado da mesma forma. Este aspeto permite que um código de barras possa ser lido por um leitor ótico sem qualquer ambiguidade, quer esteja na posição normal ou "de pernas para o ar".

Os algarismos do 2.º grupo de 6 algarismos têm uma única forma de representação. Por exemplo, um 0 desse grupo é representado sempre por três barras pretas, duas brancas, uma preta e uma branca (ver tabela). Diz-se que esta é uma representação par por apresentar um número par de barras pretas (quatro ao todo).

Já a representação dos algarismos do 1.º grupo depende do algarismo isolado à esquerda. No exemplo apresentado, esse algarismo é o 5, que, segundo a tabela, é determinado por 100110. Isto significa que o segundo, o terceiro e o sexto algarismos do 1.º grupo devem ter uma representação par (0), enquanto que os restantes deverão ter uma representação ímpar (1). De acordo com a tabela, as representações pares do 1.º grupo são obtidas das representações do 2.º grupo por reflexão em espelho, enquanto que as ímpares são obtidas por troca de 0's e 1's (note-se que, no segundo caso, passamos a ter um número ímpar de barras pretas, ou seja, mudamos a paridade).

No 1.º grupo de algarismos do exemplo apresentado, o 6 que ocupa a primeira posição e a quarta posição deve ter uma representação ímpar (uma barra branca, uma preta, uma bran-

ca e quatro pretas), enquanto que o 6 que ocupa a terceira posição e a sexta posição deve ter uma representação par (quatro barras brancas, uma preta, uma branca e uma preta).

Recentemente surgiu uma nova geração de códigos de barras designados por códigos de resposta rápida ou códigos QR (do inglês Quick Response). Certamente o leitor já os viu em cartazes publicitários ou em revistas. Estes códigos bidimensionais ou do tipo matricial representam a informação através de pequenos quadrados brancos e pretos, distribuídos na horizontal e na vertical, organizados numa tabela (matriz) quadrada. Foram inventados em 1994 pela Denso Wave, empresa subsidiária da Toyota. Destinavam-se, inicialmente, a ser usados na catalogação das várias fases de construção de um veículo. Atualmente, a sua utilização prende-se, grande parte das vezes, com a codificação de uma hiperligação da Web, evitando, assim, a necessidade de escrita ou memorização de longos caminhos de texto. Podem também ser utilizados para armazenar outro tipo de informação, como um número de telefone ou um email.

Ao contrário do código de barras tradicional, o QR não requer um leitor especial. Este apresenta uma elevada capacidade de representação da informação e é de leitura extremamente rápida. Apenas é necessário um telemóvel com câmara e software capaz de o descodificar. Há leitores de código QR gratuitos para os smartphones e tablets das diferentes marcas. Esta facilidade de leitura com recurso às novas tecnologias é um aspeto que tem contribuído para a rápida proliferação dos códigos QR. Cada código possui três quadrados grandes (padrões de posicionamento) colocados em três dos cantos e um quadrado mais pequeno no outro canto (para o alinhamento), o que permite que o software de interpretação consiga definir a orientação, posição, tamanho do código e ângulo de leitura, não havendo qualquer constrangimento de orientação ou exigência de um ângulo específico para a leitura do código. Outra vantagem é que o sistema permite a deteção e correção de erros de leitura de códigos sujos ou danificados, até um certo limite.

Qualquer pessoa pode gerar os seus códigos QR, nomeadamente, para divulgar um determinado endereço na Web. Basta pesquisar nos motores de busca por "free QR code generator". A título de exemplo, apresenta-se na figura (em cima, à direita) o código QR do endereço <http://sites.uac.pt/rcteixeira/simetrias>, onde se encontra informação relativa ao levantamento dos padrões matemáticos em calçada nos Açores e onde se podem descarregar roteiros de simetria de várias ilhas. Aproveite as novas tecnologias para apreciar a Matemática das calçadas dos Açores!