A QUE DISTÂNCIA FICA O HORIZONTE?

GUILHERME DE ALMEIDA
Colégio Militar
Apartado 4526 — 1511 Lisboa Codex

A imensidão dos grandes espaços abertos faz-nos pensar que o horizonte geográfico está muito longe: a várias dezenas de quilómetros, para algumas pessoas, mais longe ainda para outras. Neste artigo mostra-se que não é assim e dão-se indicações para calcular a distância até essa linha "onde o mar e o céu se tocam", utilizando conceitos geométricos simples.

Embora pareça muito longe, a linha do horizonte está a uma distância do observador bastante modesta e depende exclusivamente do raio do planeta onde nos encontramos, suposto esférico, e da altura do observador relativamente à superfície do planeta.

Considerando um observador em O (Fig. 1), a uma altura h relativamente à superfície de um planeta de raio R, o ponto P pertence à linha do horizonte, definida como o lugar geométrico dos pontos de tangência à superfície do globo das direcções que partem de O. Pretendemos calcular a distância d, entre O e P, que se determina recorrendo apenas a conceitos geométricos extremamente simples, como veremos.

Da Fig. 1 conclui-se facilmente que

$$(R+h)^2 = R^2 + d^2,$$

e portanto $d^2 = 2Rh + h^2$. Obtemos assim

$$d = \sqrt{2Rh + h^2}\,.$$

Como em geral $h << R$, podemos escrever, sem grande erro,

$$d = \sqrt{2Rh} \qquad [1].$$

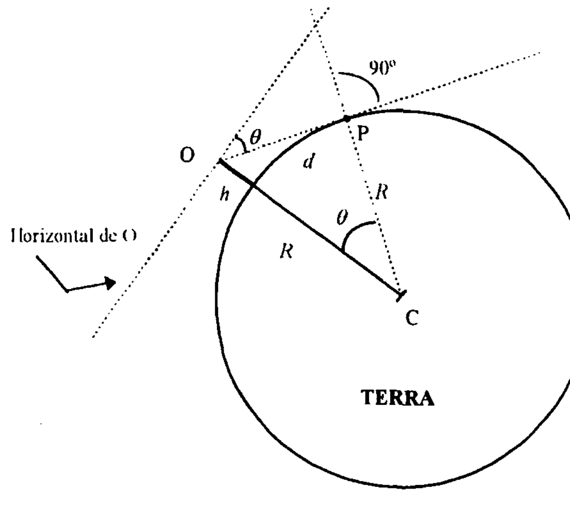
Para o caso da Terra ($R = 6{,}378 \times 10^6$ m), supondo o observador num oceano (para evitar aos acidentes do relevo), a bordo de um navio e com os olhos a uma altura $h = 15{,}0$ m acima da superfície líquida, obtém-se imediatamente $d = 13{,}8 \times 10^3$ m. Quando olha para P, este observador não o faz segundo a direcção horizontal, mas sim segundo o ângulo θ *abaixo* do horizonte (este ângulo é geralmente conhecido como *depressão aparente do horizonte*). O ângulo θ obtém-se facilmente da Fig. 1:

$$\tan\theta = \frac{d}{R}\,.$$

Com os dados anteriormente referidos será $\tan\theta =$ $= 0{,}00216 \Leftrightarrow \theta = 0{,}124° = 7{,}4'$.

Utilizando a mesma expressão, no caso de um observador localizado numa praia, com os olhos a 1,60 m da superfície da água, teremos $d = 4{,}5$ km e θ valerá apenas 2,4′.

Porém, a expressão [1] diz-nos que d também depende de R, e este facto tem implicações curiosas. Num pequeno planeta como, por exemplo, Ceres ($R \approx 480$ km), que é aproximadamente esférico, um observador de pé, com $h = 1{,}60$ m verá o ponto P (adaptando a figura ao caso de Ceres) apenas a 1,24 km, sendo $\theta = 8{,}9'$. No caso do Sol ($R = 7{,}0 \times 10^8$ m), *se* tivesse superfície sólida e uma temperatura amena, e ainda se a elevada intensidade do campo gravítico não nos incomodasse, para $h = 1{,}60$ m o ponto P estaria a cerca de 47 km do observador, que olharia para P quase na horizon'tal ($\theta = 0{,}2'$).



Verificámos assim que a linha do horizonte não fica tão longe quanto as aparências nos parecem fazer acreditar.

A análise que fizemos supõe superfícies esféricas, o que não é rigorosamente verdade, na Terra e nos outros astros. No entanto, para as pequenas distâncias envolvidas, na vizinhança de O, esta simplificação é legítima.