V1	V2	V3	V4
42	22	5	64

Em 2026, o cenário nuclear global é definido pela estagnação dos tratados de desarmamento e por uma nítida tendência de modernização dos arsenais. Compreender os riscos desse panorama exige uma análise técnica das "zonas de impacto", que são áreas geográficas delimitadas onde os efeitos de uma detonação manifestam-se de forma previsível.

No contexto de uma explosão nuclear, essas zonas são classificadas conforme a intensidade dos danos físicos resultantes da energia liberada. O raio de uma zona de impacto específica é proporcional à raiz cúbica da energia do artefato, conforme a relação $R \propto \sqrt[3]{E}$.

A tabela a seguir mostra as zonas de impacto para uma energia de referência de 9×10^{14} J.

Zona de impacto	Raio (aproximado)	O que acontece?
Bola de fogo	0,5 km	Tudo dentro desse raio é instantaneamente vaporizado pela temperatura extremamente alta.
Destruição total	2 km	Prédios de concreto são demolidos pela onda de choque de alta pressão.
Danos por calor	5 km	Roupas pegam fogo e pessoas sofrem queimaduras de 3º grau na pele exposta.
Danos leves	10 km	Vidros quebram, causando ferimentos por estilhaços.

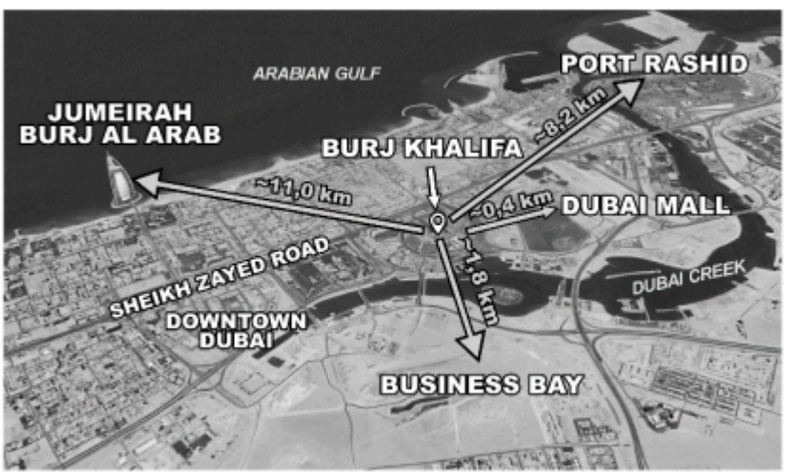
Uma bomba atômica teórica contém 4 kg de Urânio-235. Sabe-se que apenas 2% dessa massa é convertida efetivamente em energia de explosão por meio da fissão nuclear.

Suponha que uma bomba desse tipo seja detonada no Burj Khalifa, o maior prédio do mundo, localizado no centro de Dubai. As distâncias de alguns pontos turísticos em relação ao Burj Khalifa ("ponto zero") são:

Uma bomba atômica teórica contém 4 kg de Urânio-235. Sabe-se que apenas 2% dessa massa é convertida efetivamente em energia de explosão por meio da fissão nuclear.

Suponha que uma bomba desse tipo seja detonada no Burj Khalifa, o maior prédio do mundo, localizado no centro de Dubai. As distâncias de alguns pontos turísticos em relação ao Burj Khalifa ("ponto zero") são:

- Dubai Mall: ~0,4 km
- Business Bay: ~1,8 km
- Port Rashid: ~8,2 km
- Jumeirah Burj Al Arab: ~11,0 km



Com base nas informações apresentadas, é correto afirmar:

(A) O Jumeirah Burj Al Arab seria completamente vaporizado pela zona da bola de fogo.
(B) A zona de destruição total se estenderia até um raio de 2,0 km, atingindo a área de Business Bay.
(C) O Dubai Mall estaria dentro da zona de vaporização instantânea.
(D) Pessoas localizadas em Port Rashid estariam seguras de qualquer efeito térmico, sofrendo apenas com vidros quebrados.
(E) Nenhum dos pontos turísticos mencionados teria danos leves.

Note e adote:

Velocidade da luz: $c = 3\times10^8$ m/s

A definição da energia da bomba (E) é igual à massa convertida em energia (m) multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz (c^2), ou seja, $E = mc^2$.

RESOLUÇÃO

Massa convertida em energia:

$$m = 2\% \, de \, 4 \, kg = 0,08 \, kg$$

Energia:

$$E = m \cdot c^2 = 0,08 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8 \cdot 9 \cdot 10^{14} = 72 \cdot 10^{14} J = 8 . E_{REF}$$

Como o raio é proporcional a raiz cúbica da energia temos:

$$R \propto \sqrt[3]{E} = \sqrt[3]{8 . E_{Ref.}} = 2 \cdot R_{REF}$$

Com o raio sendo o dobro do raio da tabela de referência temos a seguinte conclusão:

a) **Incorreta:** Jumeirah Burj ⇒ danos por calor.

b) **Incorreta:** Destruição total: 4 km.

c) **Correta:** Dubai Mall (0,4 km) ⇒ vaporização até 1 km.

d) **Incorreta:** Port Rashid sofre danos por calor (até 10 km).

e) **Incorreta:** Jumeirah Burj Al Arab está na zona de danos leves.

Alternativa Correta: C