

## Aula 13 - Ondas eletromagnéticas

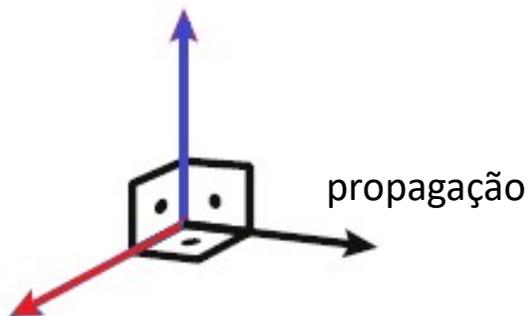
- FGB / Caderno 6 / Módulo 5 / Objetivo 2 / Página 390

Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio – Física**

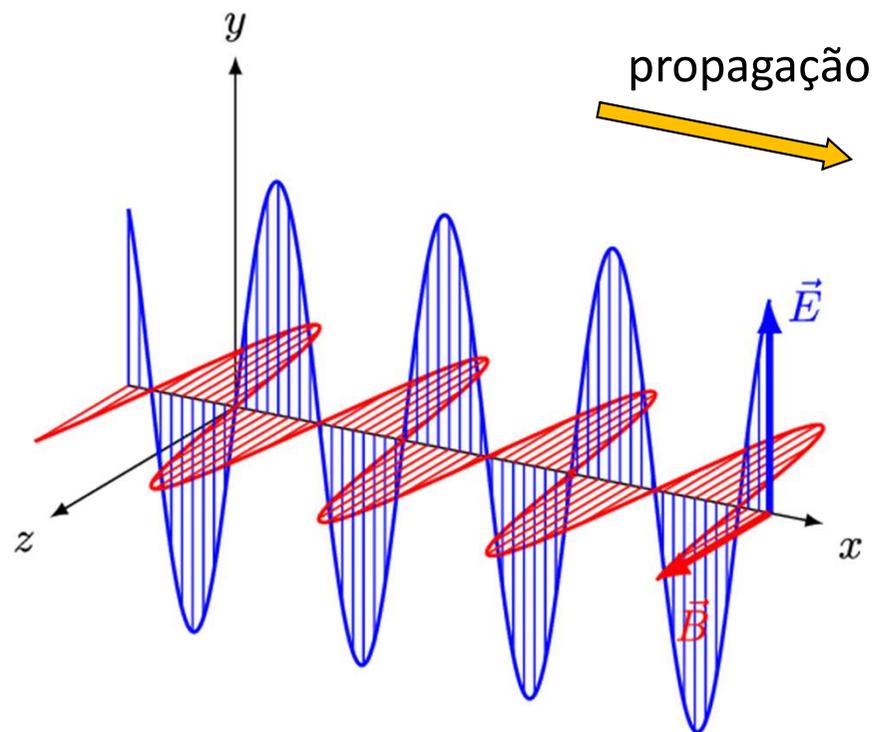
# 1. Onda eletromagnética

Campo elétrico (oscilante)



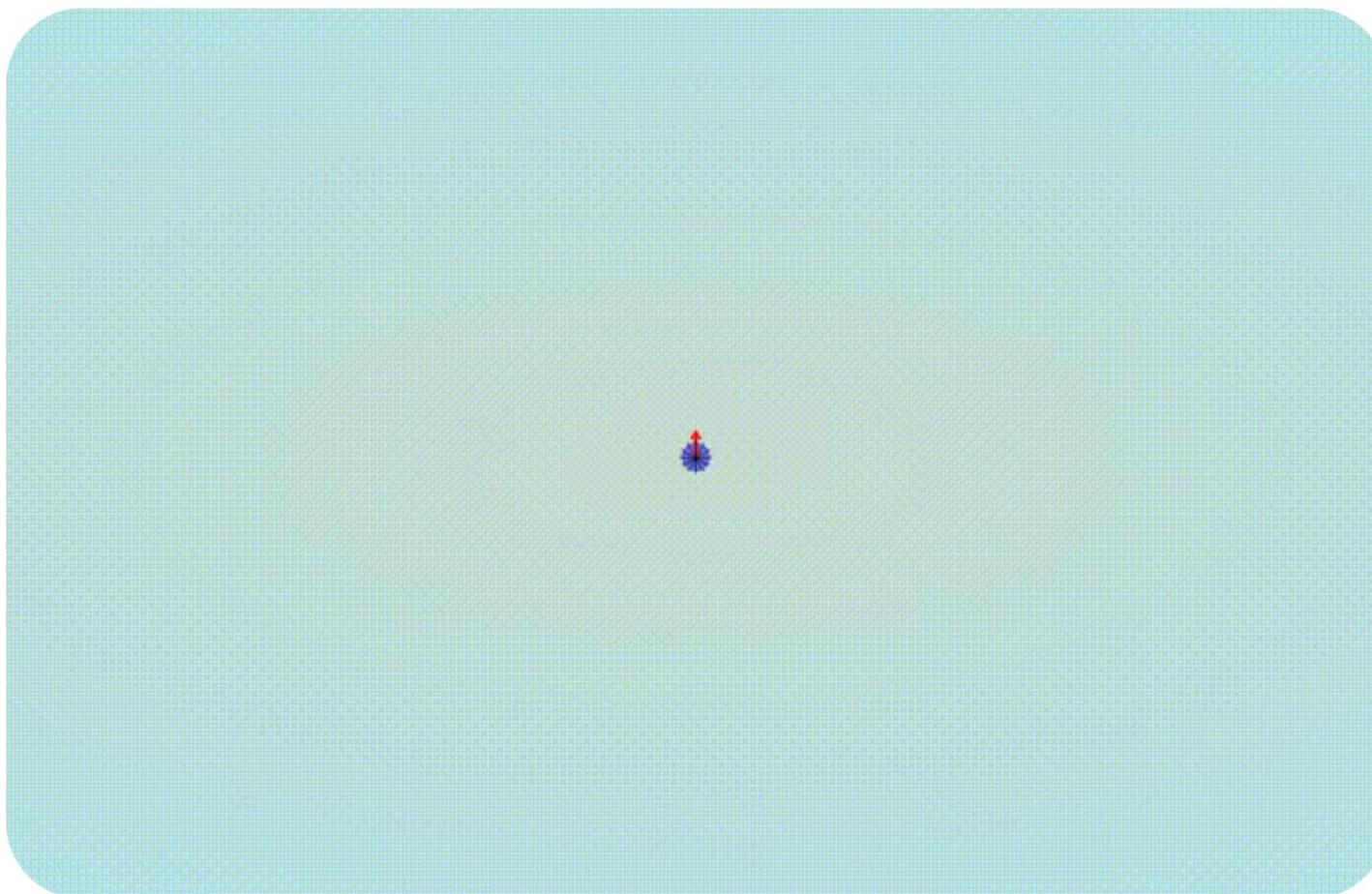
Campo magnético (oscilante)

Toda onda eletromagnética  
tem forma transversal

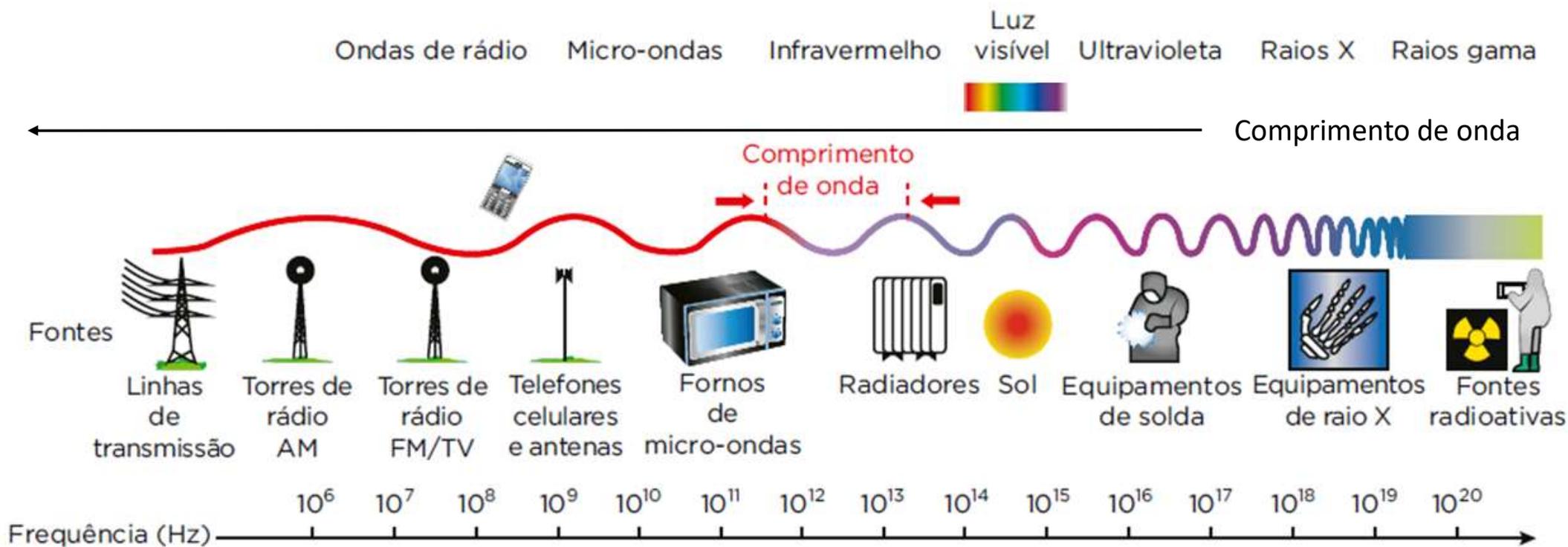


- Pode se propagar no vácuo ou em um meio material
- Exemplos: rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.
- No ar ou vácuo a velocidade de propagação é  $v = c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .
- Fonte: carga elétrica oscilando
- Campo elétrico (E) e campo magnético (B) oscilantes e perpendiculares entre si.

Um carga elétrica oscilando é uma fonte de ondas eletromagnéticas



## 2. O espectro eletromagnético



$$\uparrow \lambda = \frac{c}{f \downarrow}$$

$$\uparrow E = h \cdot f \uparrow$$



Luz visível

→ frequência

## 2. O espectro eletromagnético

**RÁ** dio

**M** icro-ondas

**I** nfravermelho

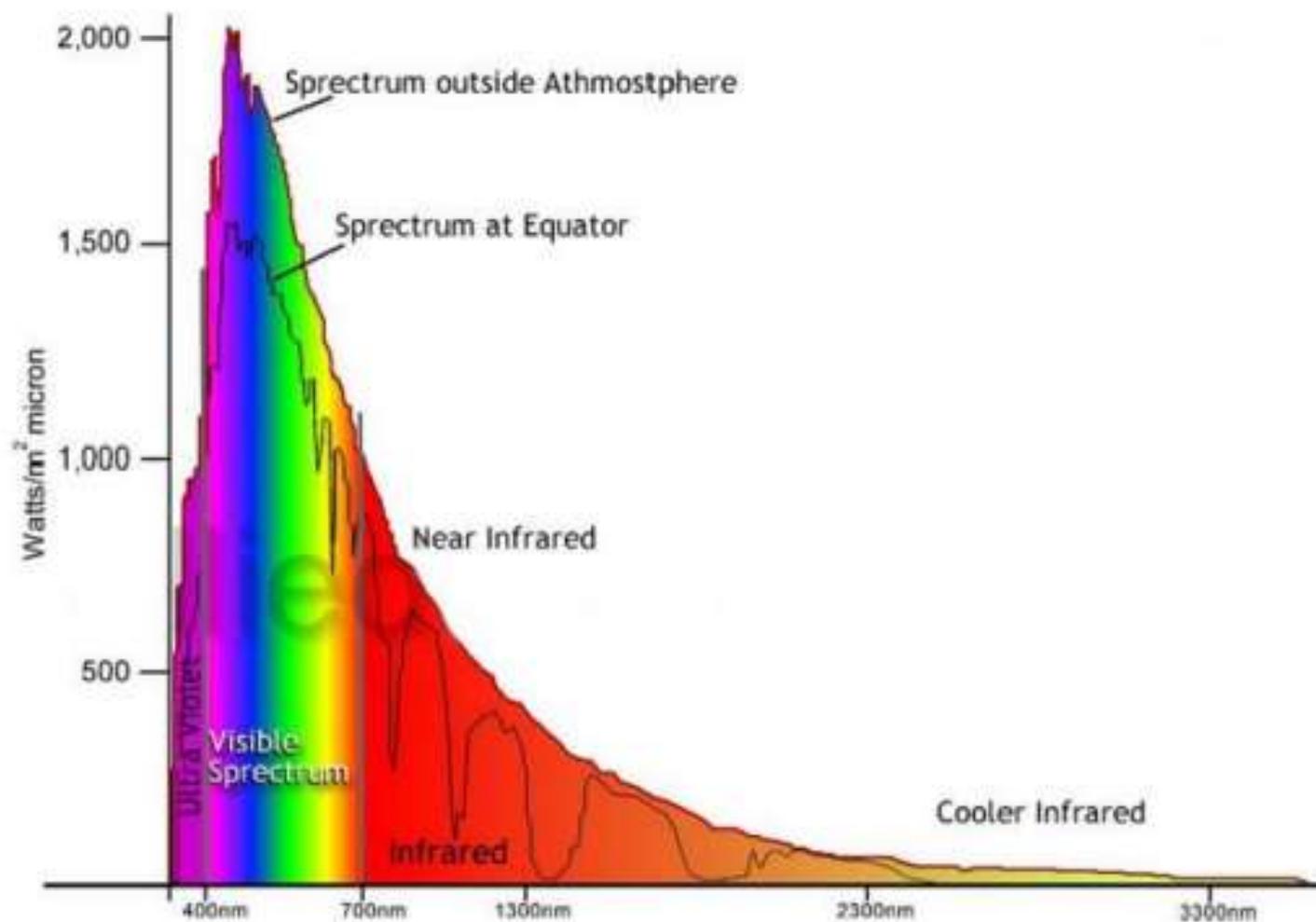
**L** uz visível

**U** ltravioleta

raios **X**

**G** ama

## Radiação solar

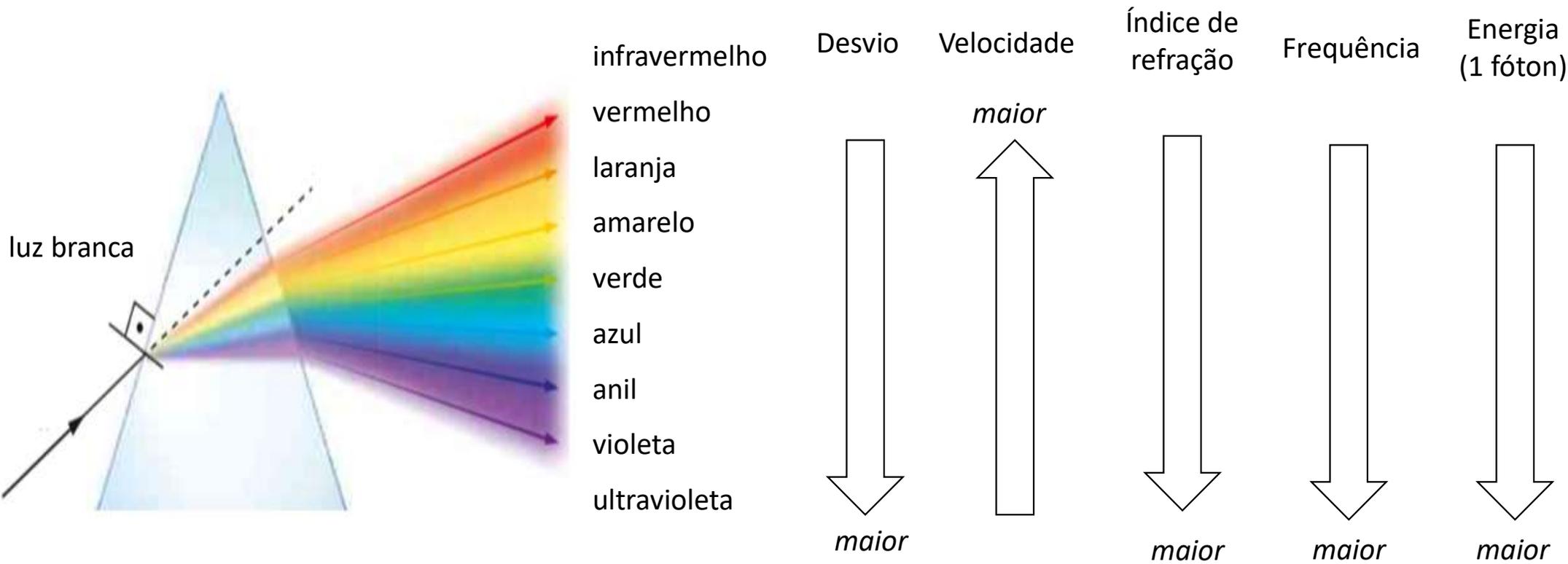


- Infravermelho: 46%
- Visível: 46%
- Ultravioleta: 8%

### 3. $v, \lambda$ e $f$

	Onda mecânica	Onda Eletromagnética
Velocidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio e condições do meio</li> <li>• Forma               <ul style="list-style-type: none"> <li>- transversal</li> <li>- longitudinal</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em meios materiais               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meio e condições do meio</li> <li>- Frequência</li> </ul> </li> <li>• No vácuo/ar</li> </ul> <p>Todas as ondas eletromagnéticas se propagam com  <math>v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}</math></p>
Frequência	Fonte	Fonte
Comprimento de onda	$\lambda = \frac{v}{f}$	$\lambda = \frac{v}{f}$

## 4. Desvio, velocidade, índice de refração, frequência e energia



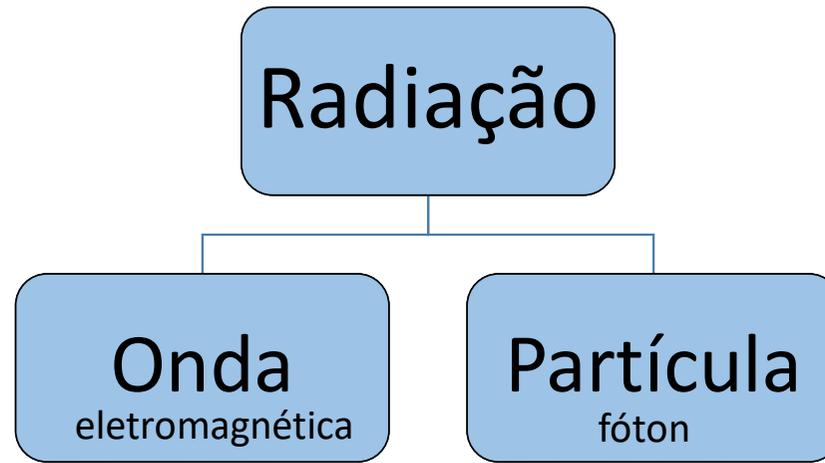
Energia (E) de um fóton associado à radiação

$$E = h \times f$$

Unidades do SI

- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ( $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J.s)
- f: frequência da onda, medida em Hz

## 5. Dualidade onda-partícula



Exemplos:

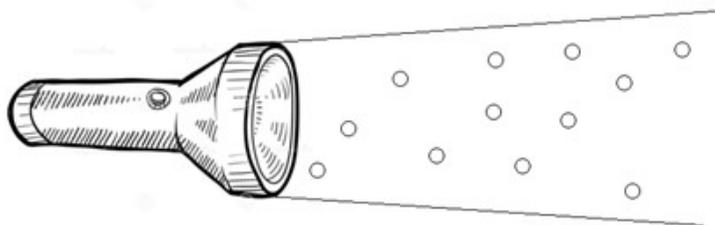
- Interferência
- Difração

Exemplos:

- Efeito fotoelétrico
- Efeito Compton
- Reflexão

## 6. Fóton

- Um feixe de radiação pode ser tratado como um conjunto de fótons.



- A energia de cada fóton é dada pela expressão.

$$E = hf$$

- Se intensidade do feixe aumenta, a quantidade de fótons aumenta.

- Ainda podemos utilizar a equação fundamental da ondulatória.

$$v = \lambda \cdot f$$

- Se o feixe estiver se propagando no ar ou no vácuo.

$$v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

### Unidades do SI

- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ( $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ )
- f: frequência da onda, medida em Hz

# Exercícios

1. (Enem PPL). Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de  $600^{\circ}\text{C}$  são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

Disponível em: [www.if.usp.br](http://www.if.usp.br). Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

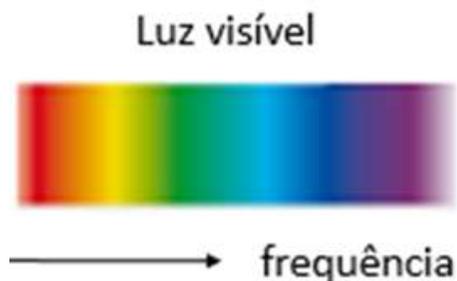
A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a

- a) amplitude.
- b) coerência.
- c) frequência.
- d) intensidade.
- e) velocidade.

1. (Enem PPL). Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de  $600^{\circ}\text{C}$  são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a

- a) amplitude.
- b) coerência.
- c) frequência. ←
- d) intensidade.
- e) velocidade.



Cor	Temp $^{\circ}\text{C}$
Branca	1200
Amarelo Claro	1100
Amarela	1050
Laranja Claro	980
Laranja	930
Vermelho Claro	870
Cereja Claro	810
Cereja	760
Vermelho escuro	700
Vermelho sangue	650
Marrom avermelhado	600

2. (Enem). Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. Sensores. Disponível em: [www2.feg.unesp.br](http://www2.feg.unesp.br). Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2. (Enem). Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

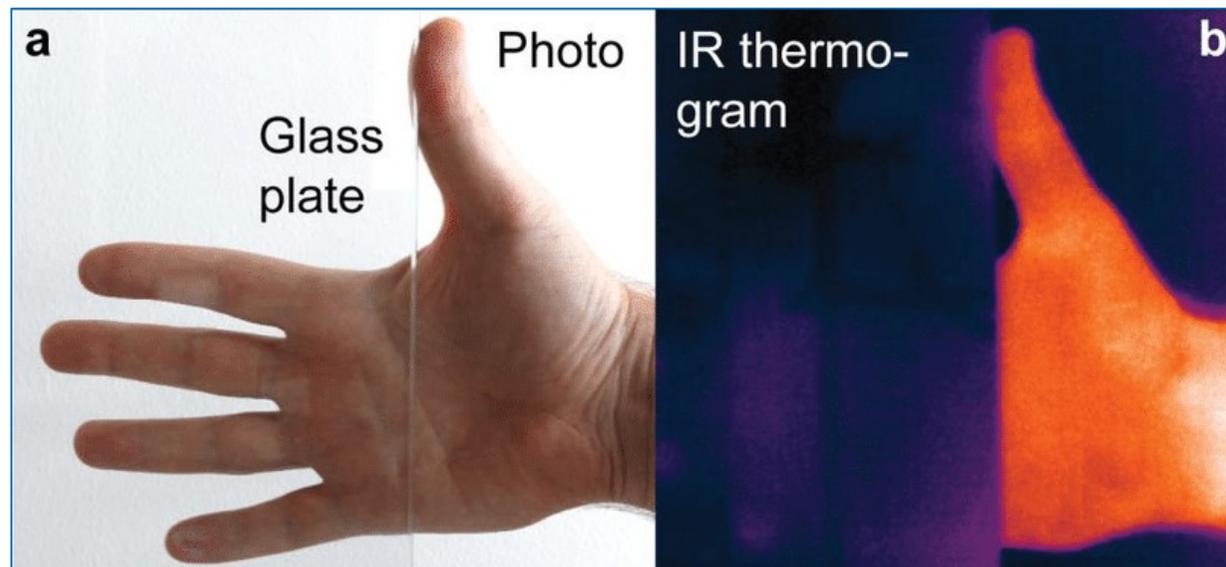
- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho. ←
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.



## Emissão de radiação infravermelha



## Radiação infravermelha e vidro



3. (Enem) O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

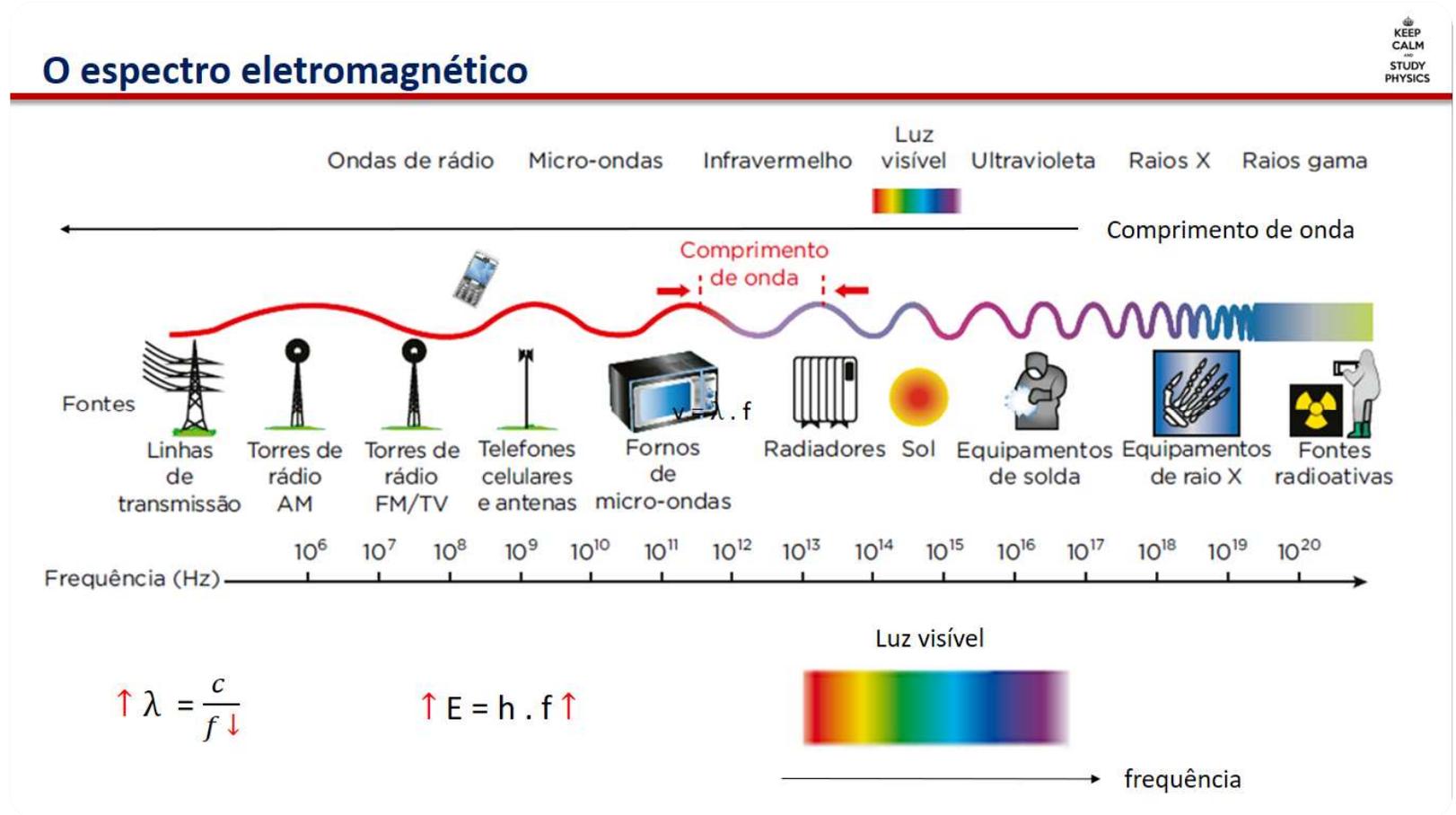
A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- a) Beta.
- b) Alfa.
- c) Gama.
- d) Raios X.
- e) Ultravioleta

3. (Enem) O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

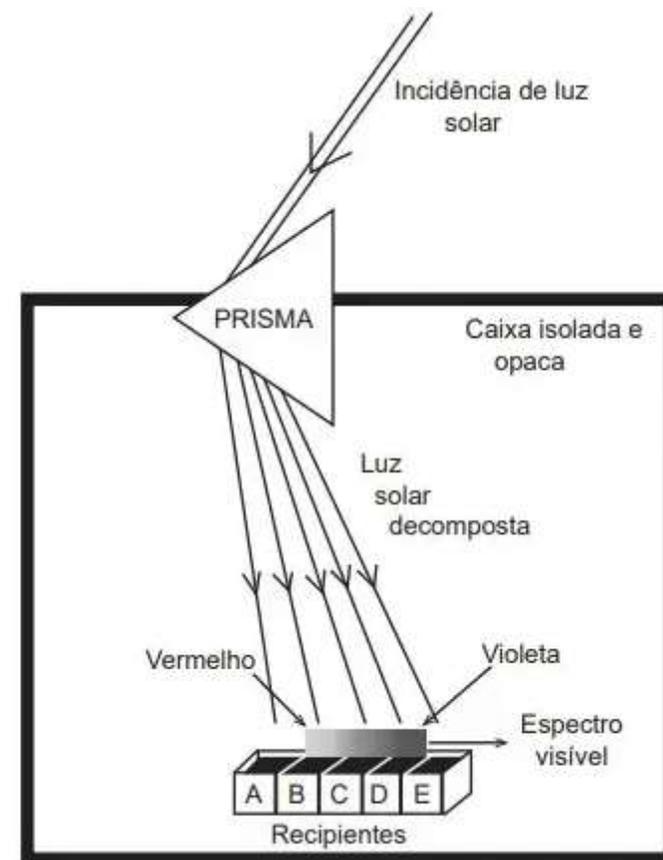
- a) Beta.
- b) Alfa.
- c) Gama. ←
- d) Raios X.
- e) Ultravioleta



4. (ENEM) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

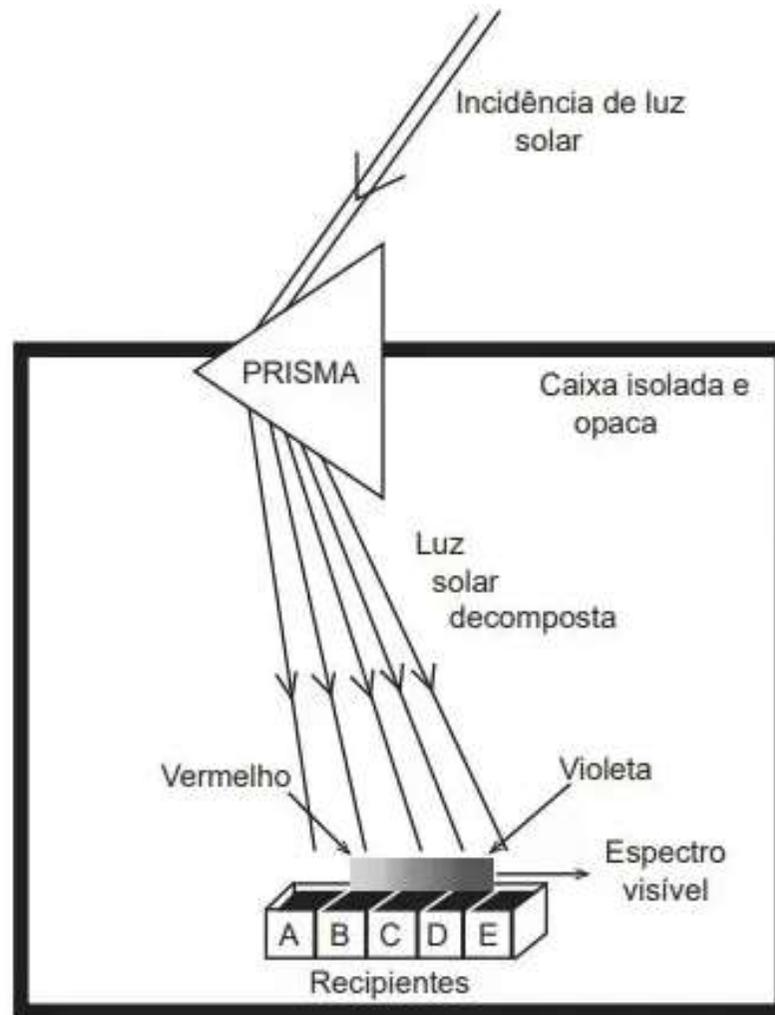
SAYURI, M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula. Disponível em: [www.cienciamao.usp.br](http://www.cienciamao.usp.br). Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento

- a) A b) B c) C d) D e) E



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento

- a) A b) B c) C d) D e) E