

COERÊNCIA

(texto traduzido a partir de notas de aula de curso de ótica do *Institute of Optics in University of Rochester*.
http://www.optics.rochester.edu/academic_programs/bs/opt_100.html)

Colocando de maneira simples, **coerência é a medida da correlação entre as fases medidas em diferentes pontos de uma onda**. Entretanto mesmo sendo esta uma propriedade de uma onda que se propaga, a coerência está diretamente relacionada as características da fonte da onda.

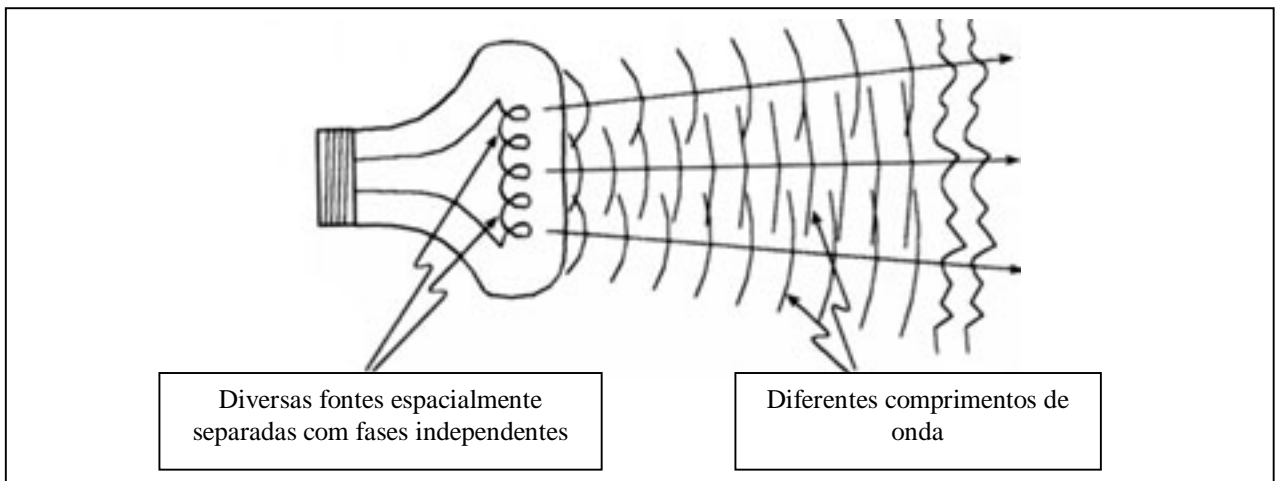
Para se ter uma visão simples do que é coerência, imagine duas rolhas de cortiça flutuando para cima e para baixo num lago com ondas. Suponha que a fonte destas ondas na água seja uma única pedra jogada no lago inicialmente sem ondas. Deste modo iríamos encontrar uma perfeita correlação entre os movimentos das duas rolhas – elas podem não estar exatamente em fase (isto é, uma pode estar no topo da onda enquanto a outra se encontra na parte de baixo da mesma), mas a fase relativa entre as posições das duas rolhas iria permanecer constante no tempo. Neste caso nos dizemos que a **fonte é perfeitamente coerente**. (Note que uma **fonte pontual** produz uma onda **perfeitamente coerente**.)

Agora, imagine que estas ondas no lago são originadas por gotas de chuva. Como as gotas de chuva atingem o lago em tempos aleatórios e em posições aleatórias, nós não deveríamos esperar que a fase da onda em uma posição estivesse correlacionada com a fase da onda em outra posição, já que a onda em cada ponto seria a superposição de ondas originadas por diferentes fontes (as diversas gotas de chuva) – as duas rolhas iriam subir e descer ao sabor das ondas, aleatoriamente, sem nenhuma relação aparente entre seus movimentos. Neste caso dizemos que a **fonte é bastante incoerente**.

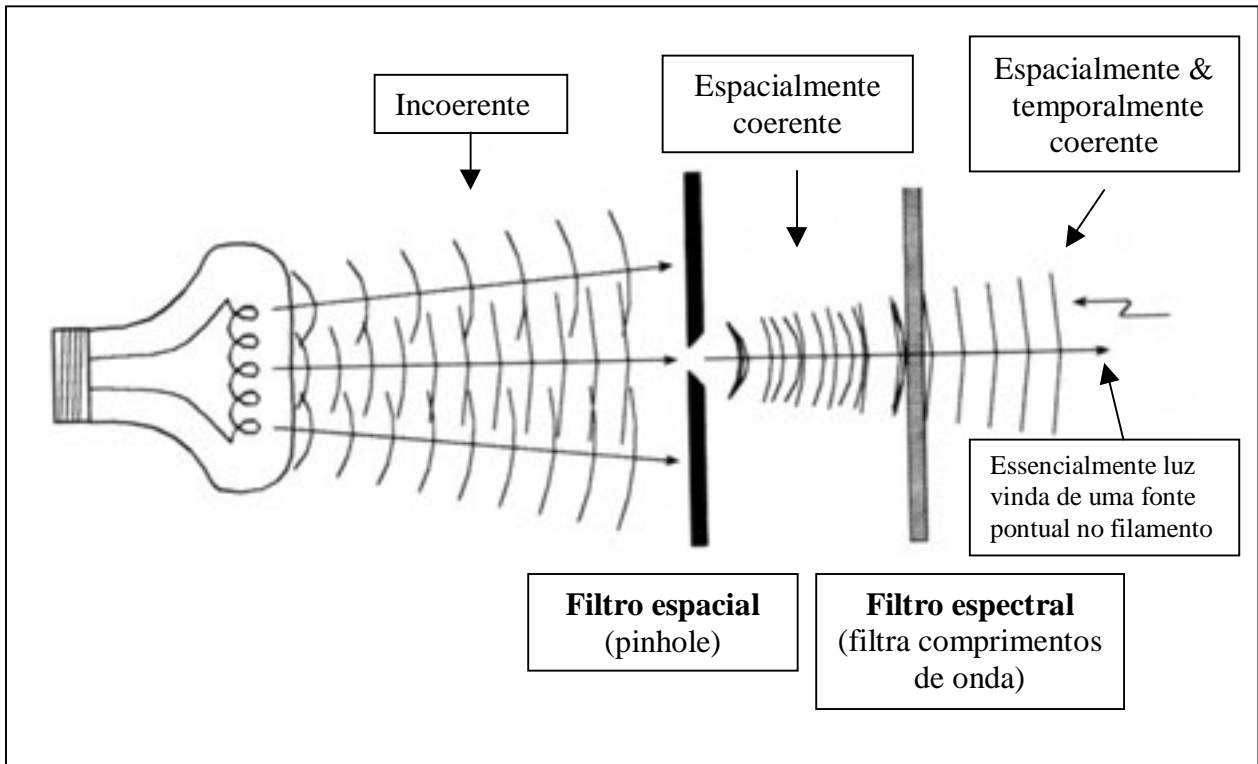
Quando descrevemos a coerência das ondas luminosas, existem dois tipos básicos de coerência:

- (i) **Coerência temporal** é a medida da correlação da fase da onda luminosa em diferentes pontos ao longo da direção de propagação – ela nos diz quão monocromática é a fonte;
- (ii) **Coerência espacial** é a medida da correlação da fase da onda luminosa em diferentes pontos na direção transversal a direção de propagação – ela nos diz quão uniforme é a fase da frente de onda.

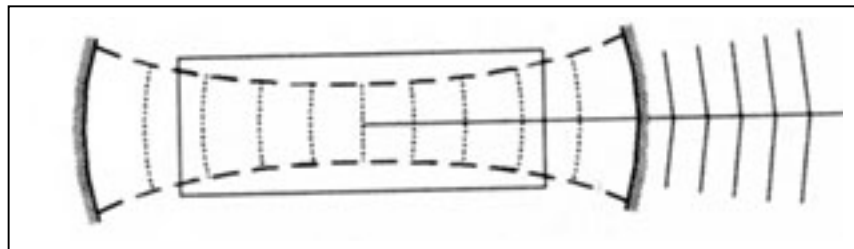
Como um exemplo, considere uma fonte bastante incoerente: uma lâmpada de filamento incandescente.



Nós podemos sempre tornar uma fonte de luz incoerente, numa fonte coerente, se pudermos desprezar uma parte desta luz. Abaixo temos um exemplo que ilustra como podemos filtrar espacialmente uma fonte incoerente de modo a aumentar sua coerência espacial, seguida por uma filtragem para aumentar sua coerência temporal.



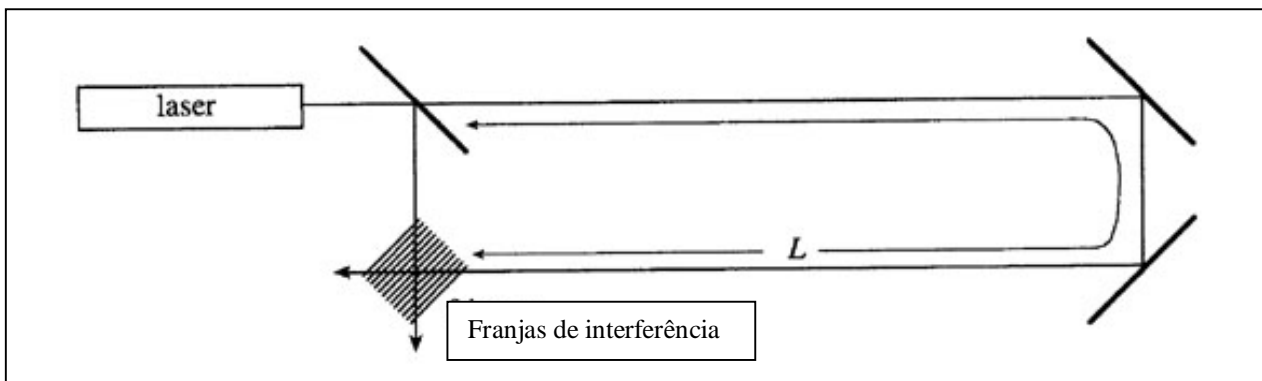
Uma fonte de luz que você conhece e que é naturalmente coerente é a fonte de laser.



Quão boa é a coerência de um laser? Uma maneira de quantificar a **coerência temporal** é em termos do **comprimento de coerência** L_c dado por:

$$L_c \cong \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda}$$

onde $\Delta\lambda$ é a largura de banda da fonte. O comprimento de coerência é a distância máxima que dois pontos podem ser separados ao longo da direção de propagação da onda para um tempo fixo e ainda manter uma relação de fase constante. Em termos de interferência, L_c é o mais longo comprimento L que irá permitir que se formem franjas de interferência num interferômetro como o abaixo.



Por exemplo, para um laser de He-Ne, nós podemos encontrar $L_c \sim 10 \text{ cm} - 100 \text{ m}$. Estes valores contrastam com os de uma fonte típica de calor, por exemplo, uma lâmpada de filamento incandescente, para a qual $L_c \sim 1 \mu = 10^{-6} \text{ m}$.

Coerência espacial é geralmente medida utilizando-se o Experimento de Fendas Duplas de Young. A **largura da coerência espacial**, W_c , é a máxima separação entre as fendas que ainda permita franjas com uma certa visibilidade perto do centro do anteparo. Para um feixe de laser, a largura W_c é geralmente da ordem do diâmetro do feixe de laser. Um valor típico para a largura da coerência espacial de um laser seria de **1 mm**.