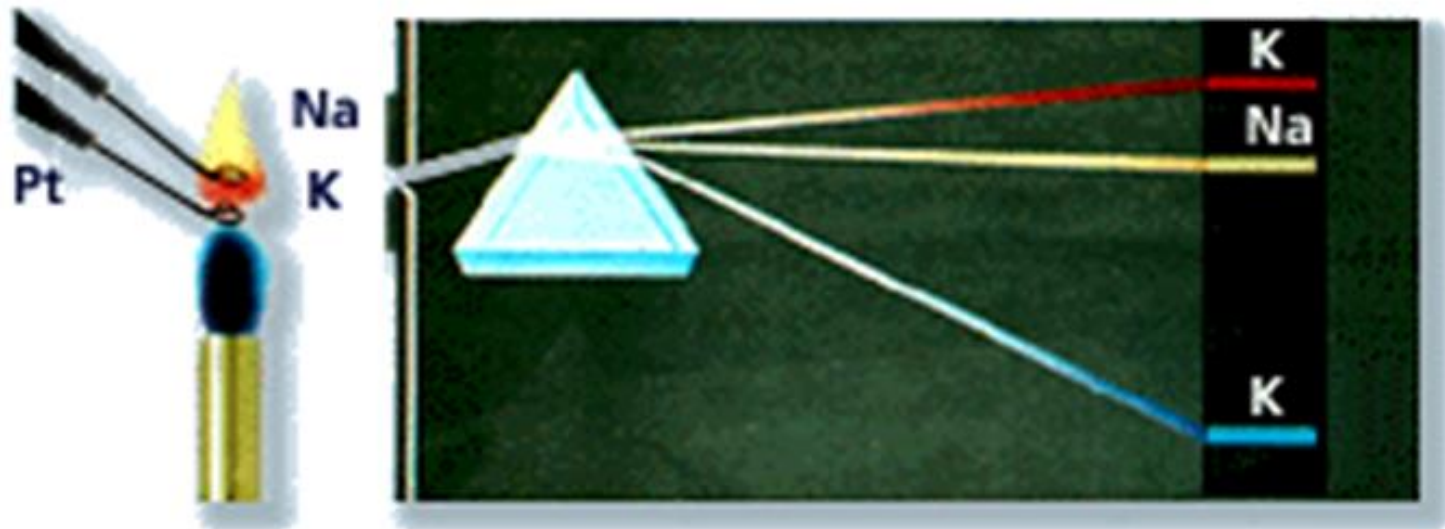
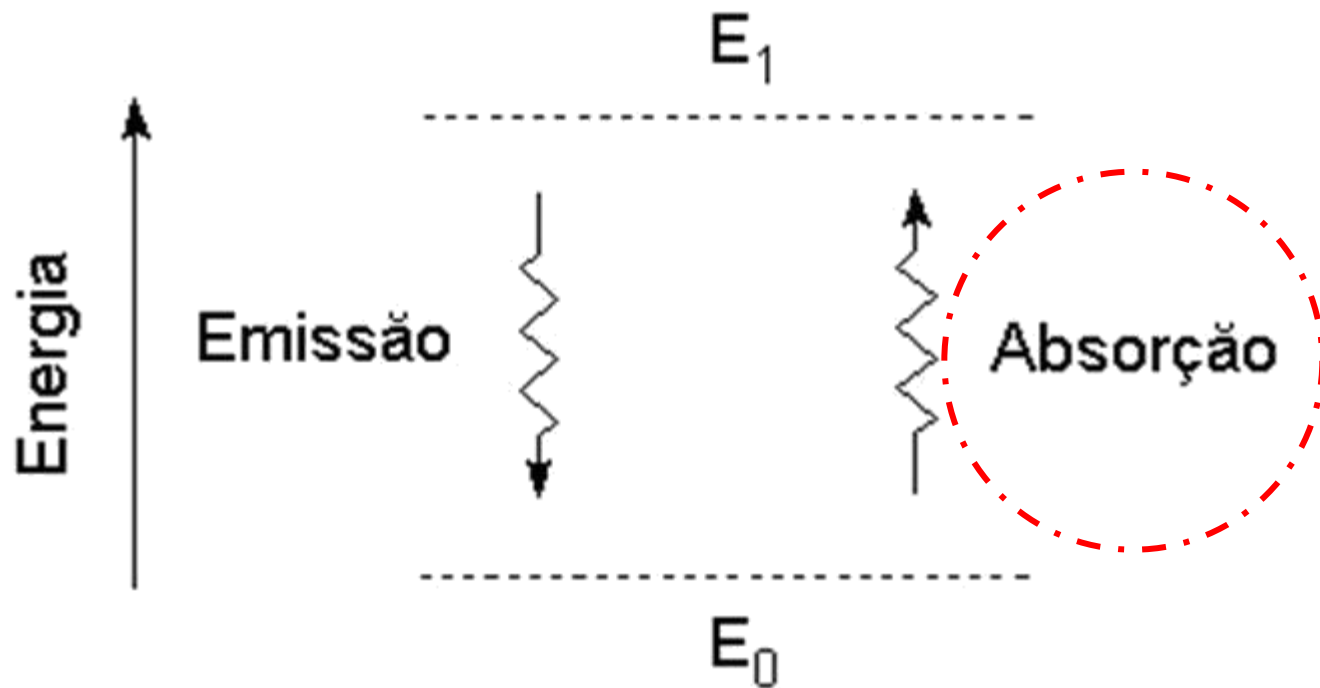


# Espectrometria de Emissão Atômica



# Espectrometria de Emissão Atômica

PRINCÍPIO DA TÉCNICA: Átomos neutros, excitados por uma fonte de calor emitem luz em  $\lambda$ s específicos  $\rightarrow I_{em} = k c$



- Emissão molecular  $\rightarrow$  Espectro de bandas ( $\sim 100$  nm).
- Emissão atômica  $\rightarrow$  Espectro de linhas (0,001 nm).

# Espectrometria de Emissão Atômica

## • Fonte de emissão por chama

• Por muitos anos, as chamas têm sido empregadas para excitar os espectros de emissão para vários elementos. Os espectrômetros de absorção modernos podem ser prontamente adaptados para trabalhar com emissão.

## • Fonte de emissão por plasma

• A emissão por plasma oferece muitas vantagens quando comparadas com a emissão por chama. Uma delas é a baixa interferência química, que é uma consequência direta de suas altas temperaturas. Outra é a qualidade dos espectros de emissão para a maioria dos elementos em um único conjunto de condições de excitação, permitindo a análise multielementar.

# Espectrometria de Emissão Atômica

## Fotometria de chama

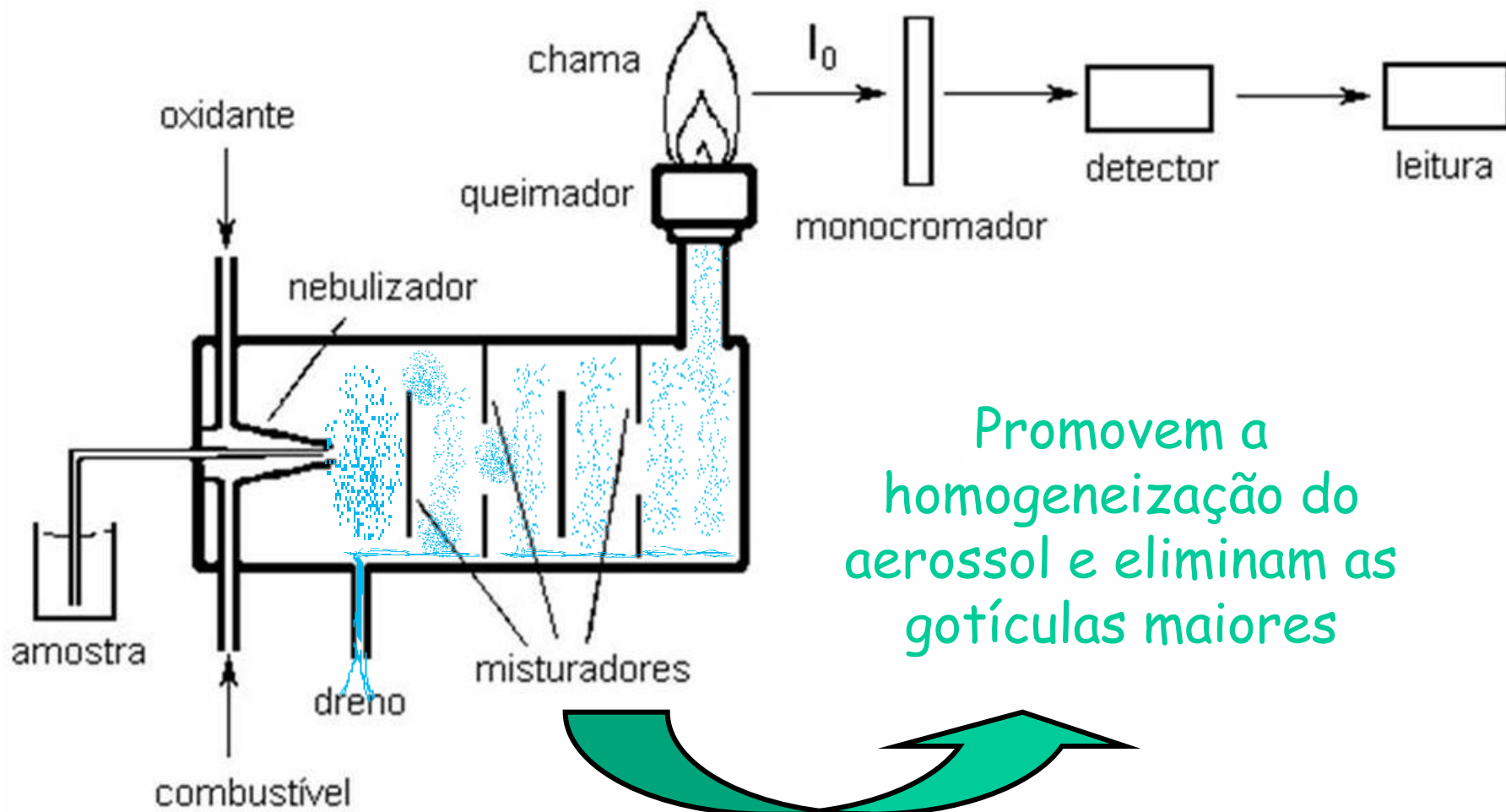
### Fonte de emissão por chama

- A chama é responsável por fornecer a energia necessária para a excitação dos átomos.
- A composição da chama (combustível + comburente) proporciona diferentes temperaturas.
- É possível analisar poucos elementos químicos (Grupos I e II).

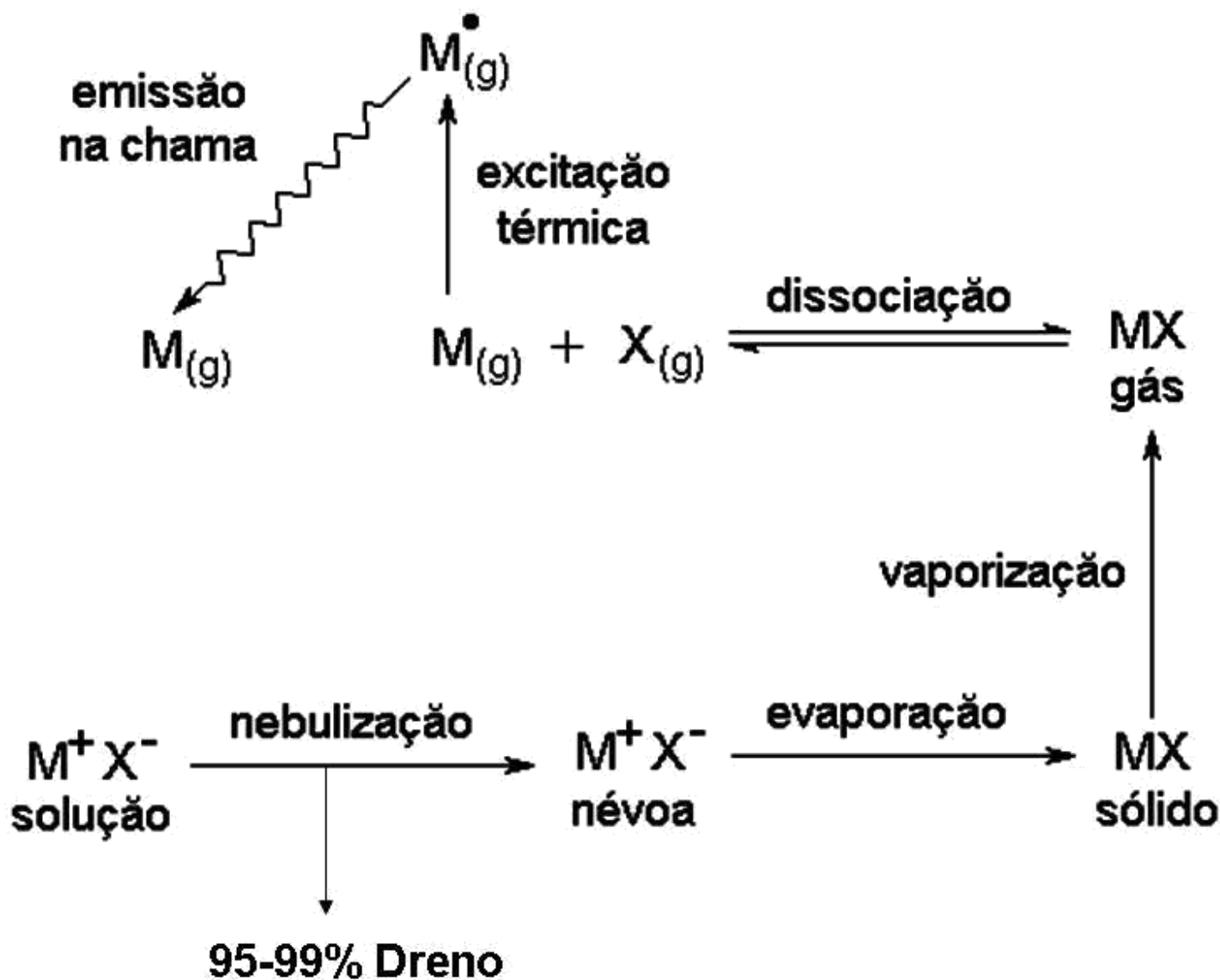


Usando equipamento com alta resolução óptica, muitos outros elementos metálicos podem ser determinados

# Espectrometria de Emissão Atômica

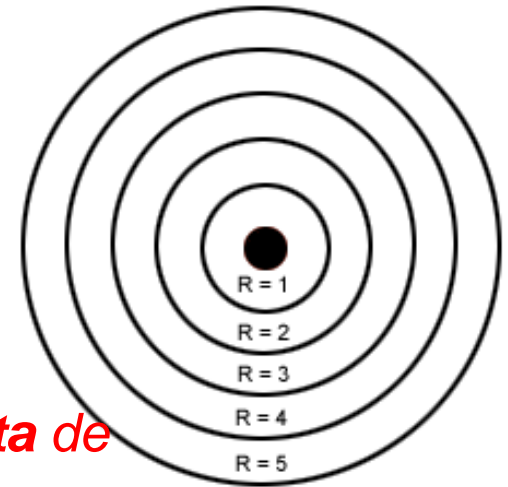


# Espectrometria de Emissão Atômica



## Órbitas de Bohr para o átomo de hidrogênio

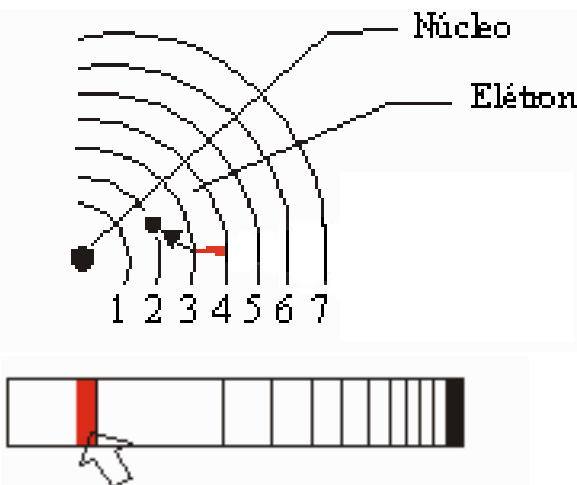
Órbita	Distância do núcleo
1	0,529 Å
2	2,116 Å
3	4,761 Å
4	8,464 Å
5	13,225 Å



Segundo postulado de Bohr.

*Um átomo **irradia** energia quando um elétron **salta** de uma órbita de **maior energia** para uma de **menor energia**.*

O comprimento de onda guarda relação com a energia. Os menores comprimentos de onda de luz significam vibrações mais rápidas e maior energia.



A linha **vermelha** no espectro atômico é causada por elétrons saltando da **terceira** órbita para a **segunda** órbita

# Espectrometria de Emissão Atômica

Emissão de alguns elementos na chama

Li



Na



K



Rb



Cs



Ca



Sr



Ba



In



Cu





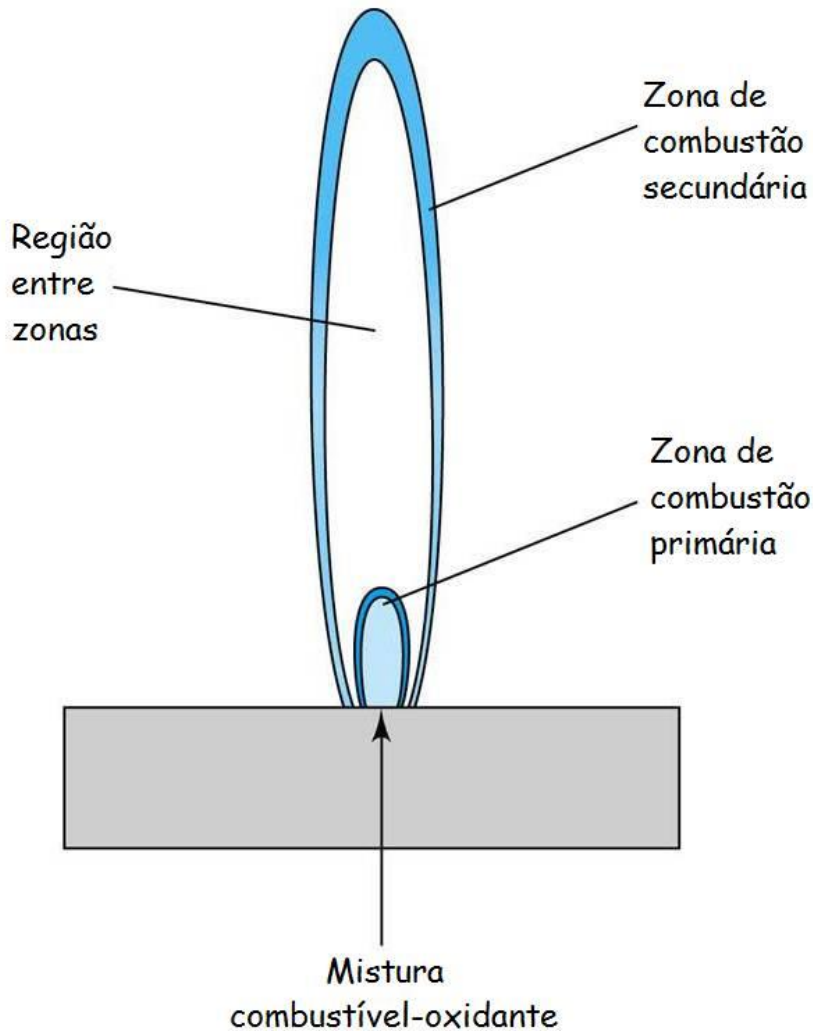
# Espectrometria de Emissão Atômica

## Composição da chama

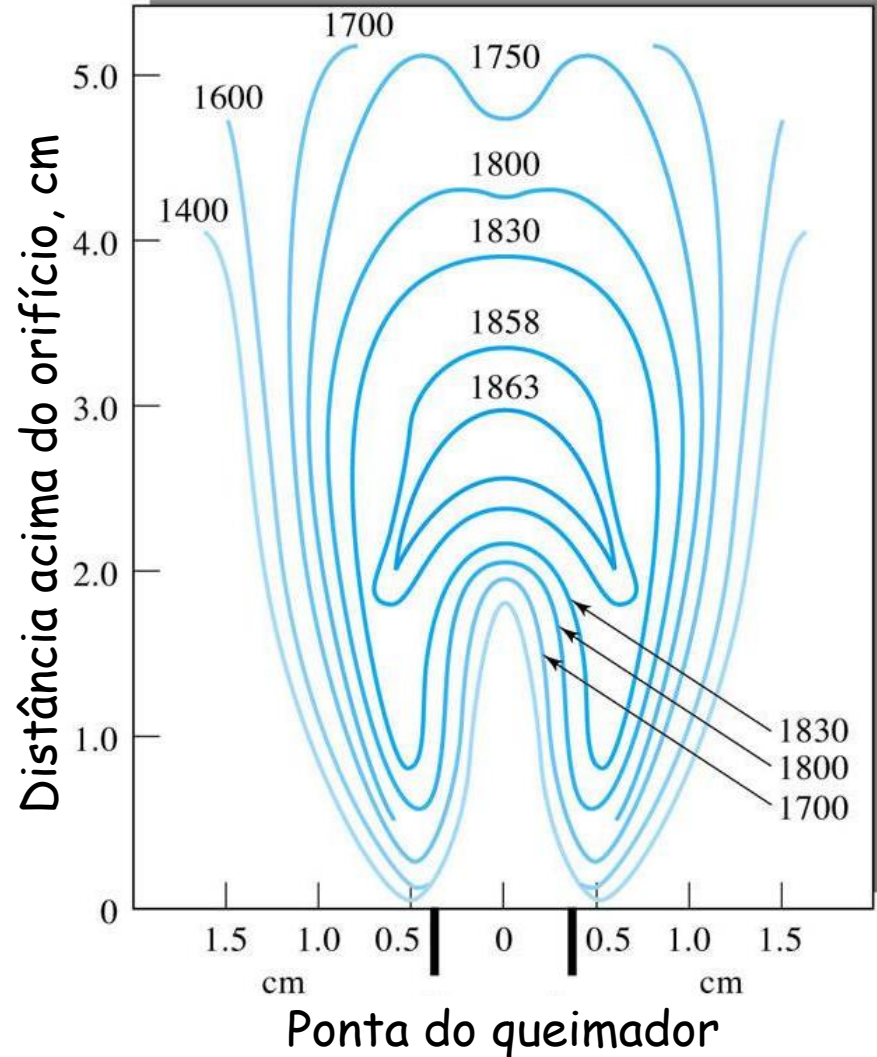
- O tipo de combustível e o tipo de comburente, bem como a proporção de cada um conferem à chama temperaturas diferenciadas.

Combustível	Temperatura (°C)	
	Em Ar	Em Oxigênio
Acetileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	2.200	3.050
Butano	1.900	2.900
Cianogênio (C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> )	-----	4.550
Gás de iluminação	1.700	2.700
Hidrogênio	2.100	2.780
Propano	1.925	2.800

# Espectrometria de Emissão Atômica

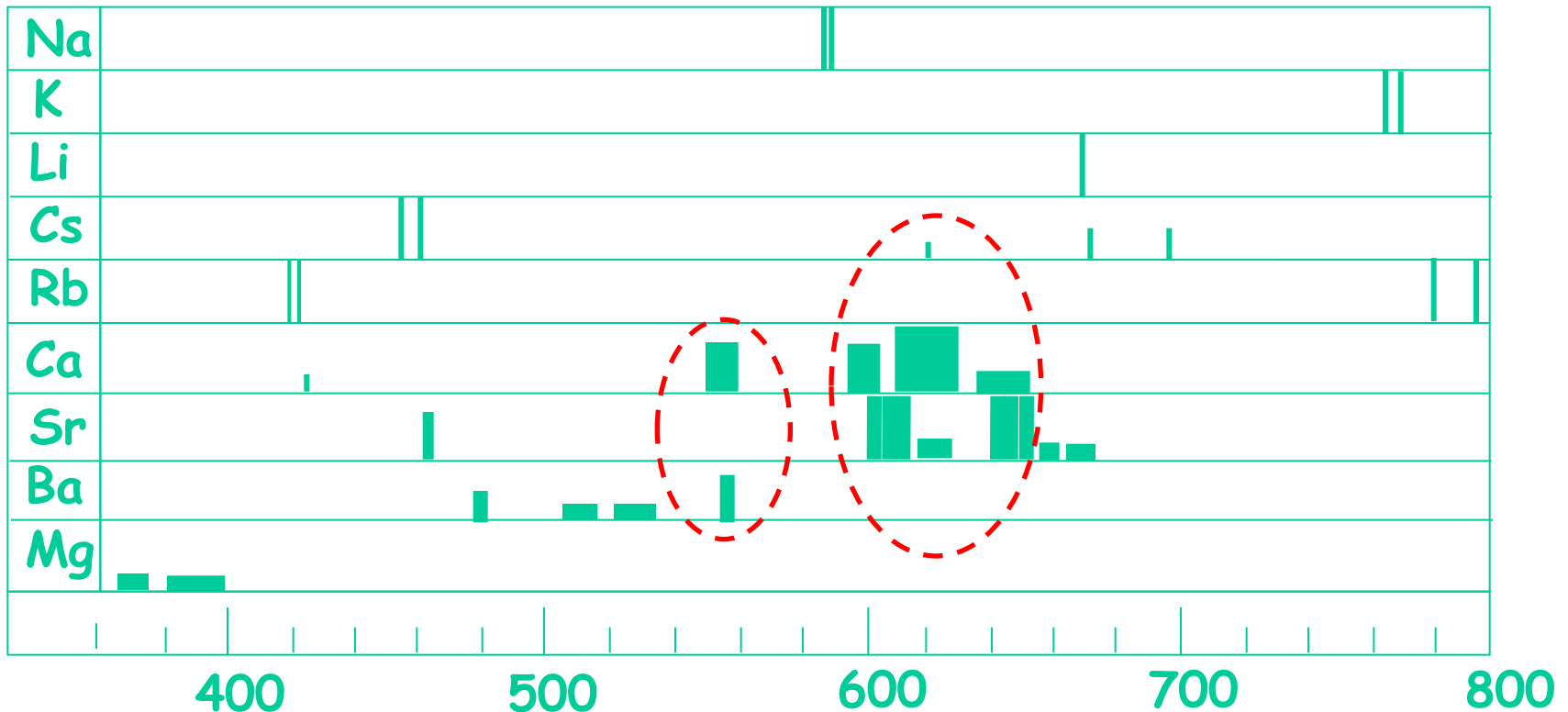


Perfil de temperatura de uma chama de gás natural / ar



# Espectrometria de Emissão Atômica

## INTERFERÊNCIAS - FOTOMETRIA DE CHAMA



Sobreposição de raias de emissão

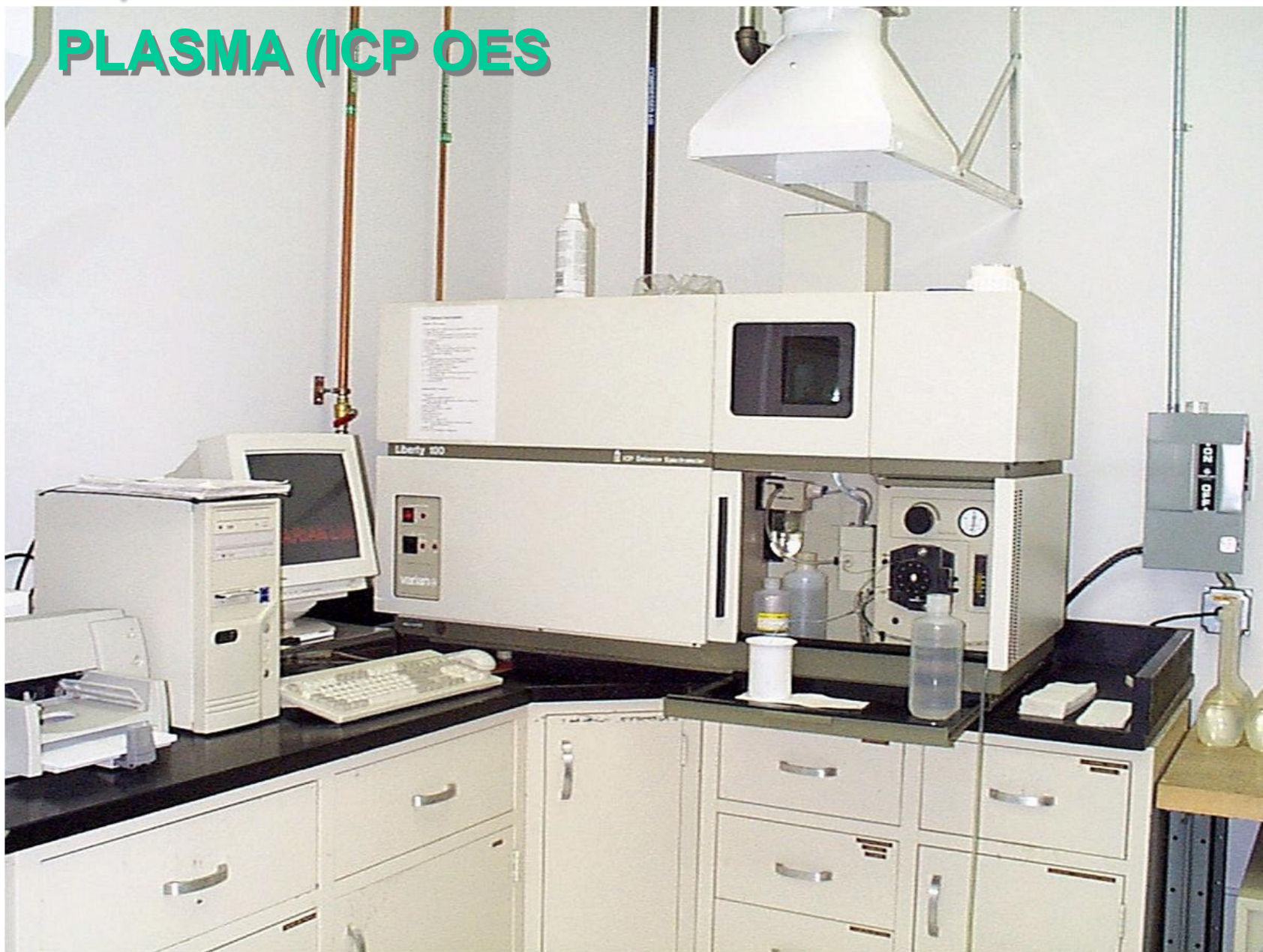
# Espectrometria de Emissão Atômica

## INTERFERÊNCIAS - FOTOMETRIA DE CHAMA

- **Eliminação da radiação de fundo:**
  - a) **Trabalhar com chama menos luminosa (azul) e pouco turbulenta.**
  - b) **Zerar o equipamento com o branco, descontando a emissão de fundo, apenas provinda da chama.**
- **Minimização da ionização:**
  - a) **Trabalhar com chama mais fria.**

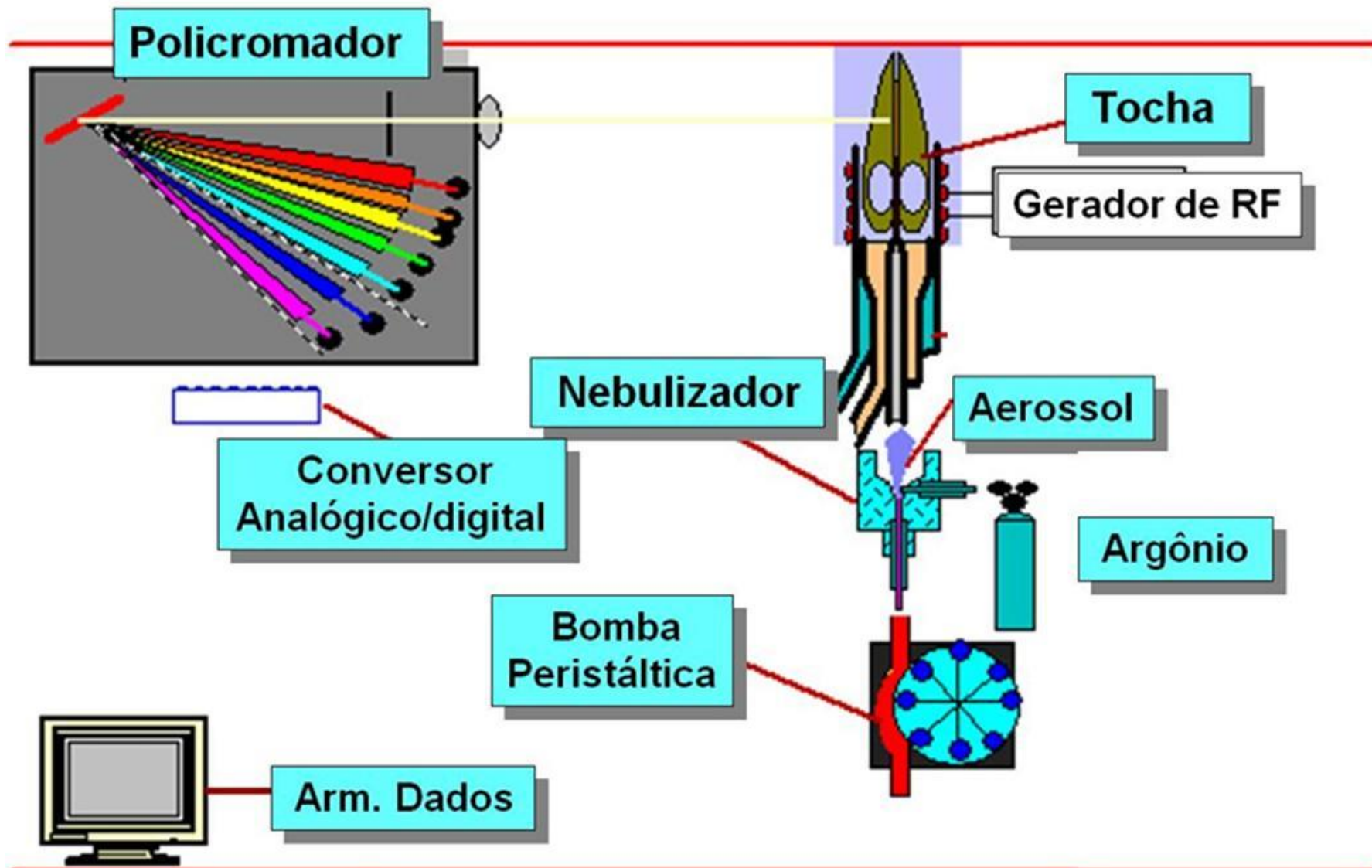
# Espectrometria de Emissão Atômica

PLASMA (ICP OES)



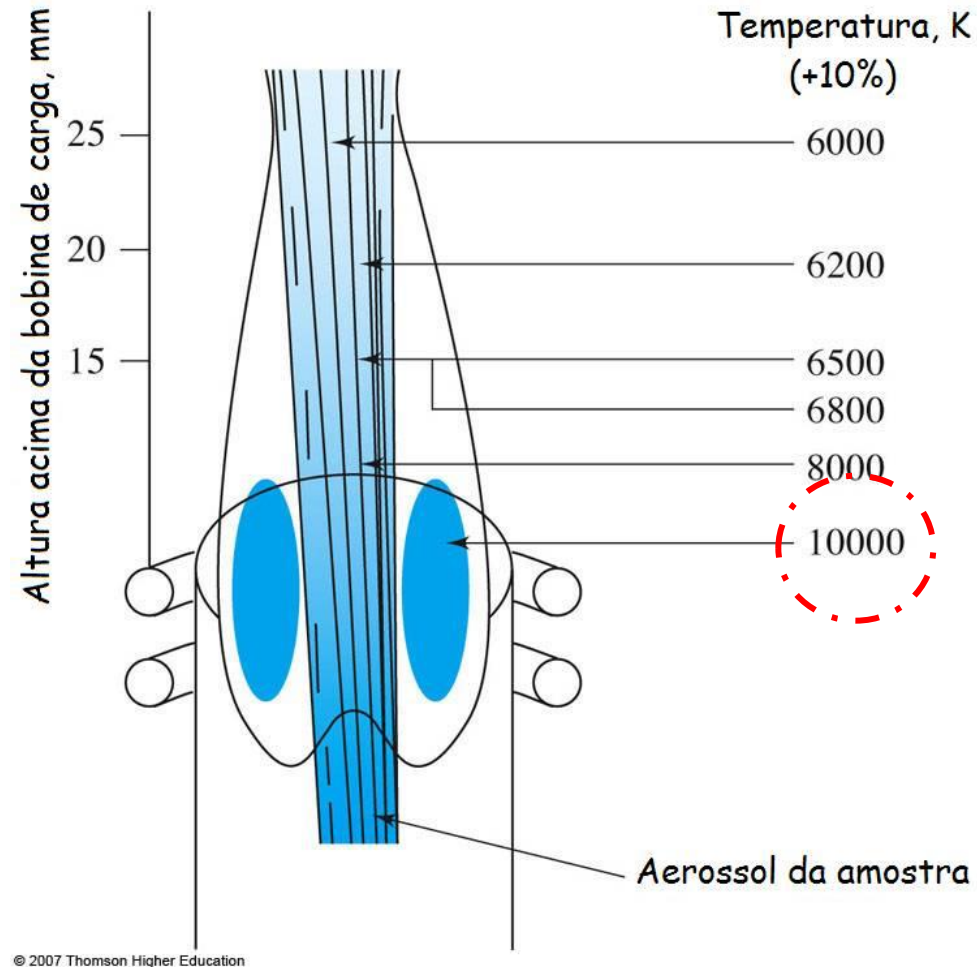
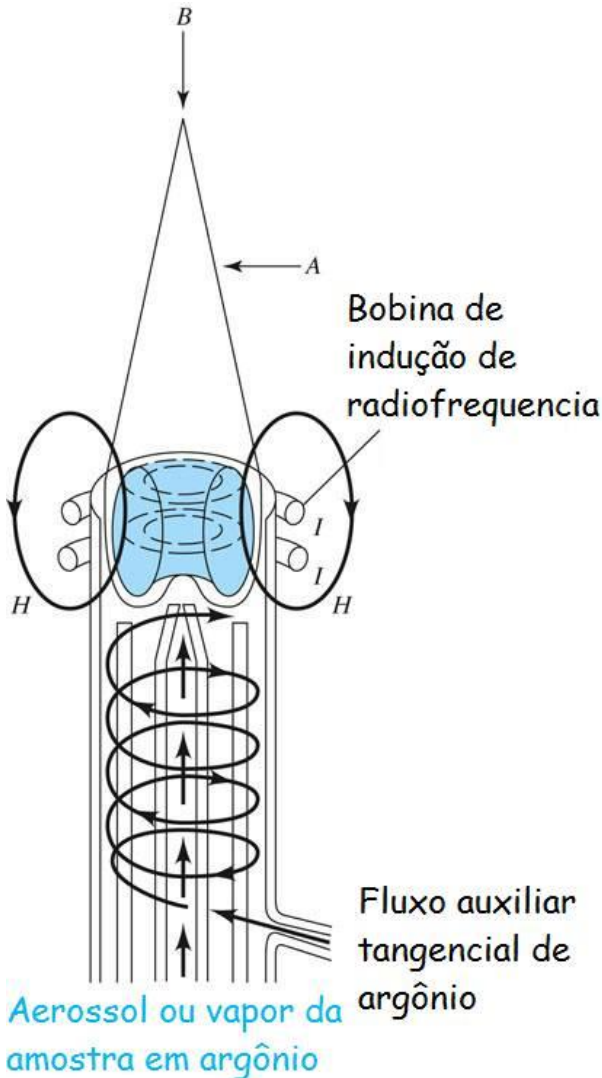
# Espectrometria de Emissão Atômica

## PLASMA (ICP-OES)



# Espectrometria de Emissão Atômica

## TOCHA DO ICP



## TEMPERATURAS EM UMA FONTE DE ICP

# Espectrometria de Emissão Atômica

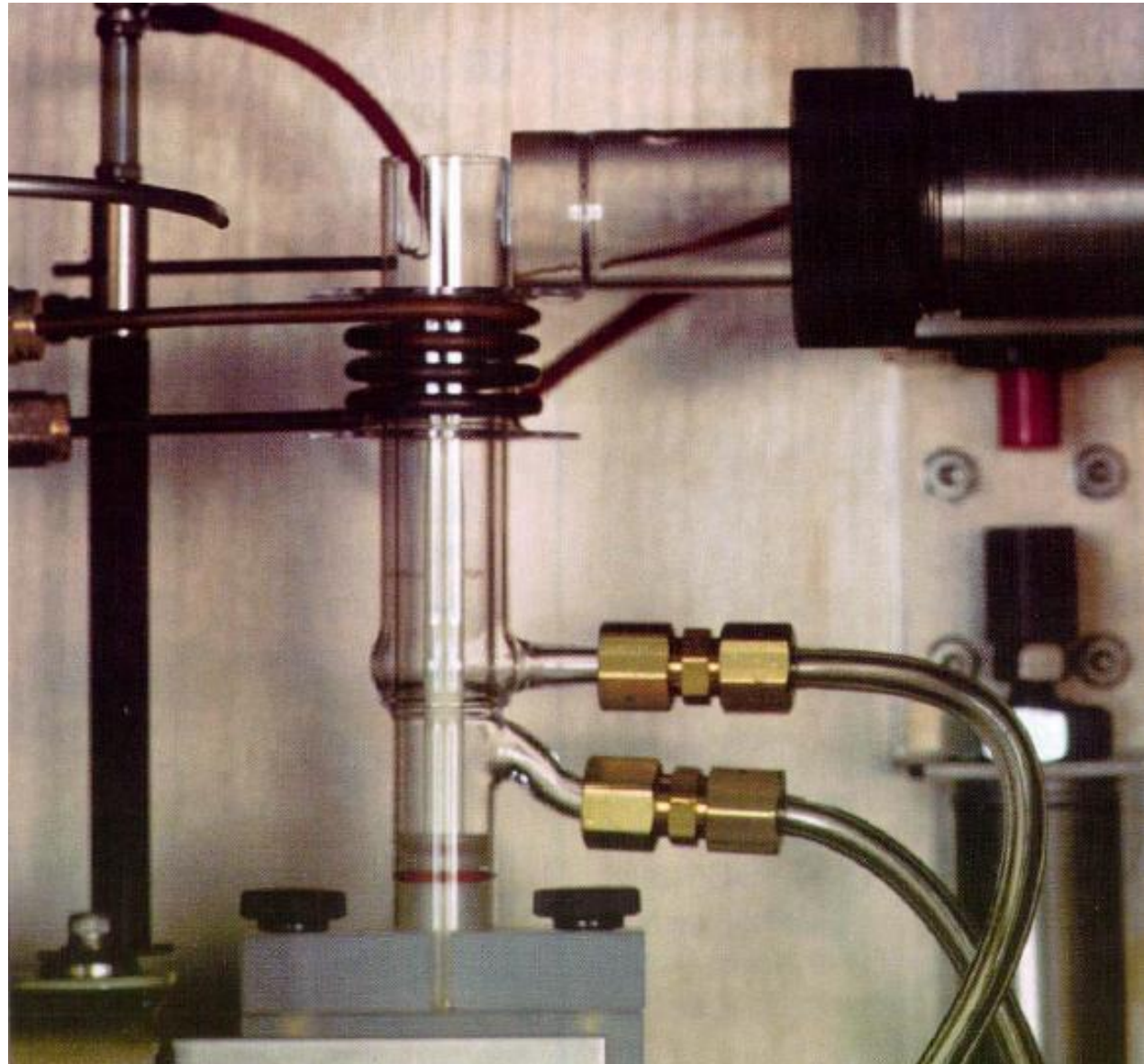
- 1- Bobina de Indução
- 2- Tocha de Quartzo
- 3- Região de Recombinação
- 4- Região de Emissão
- 5- Região de Excitação
- 6- Região de Dessolvatação e Atomização





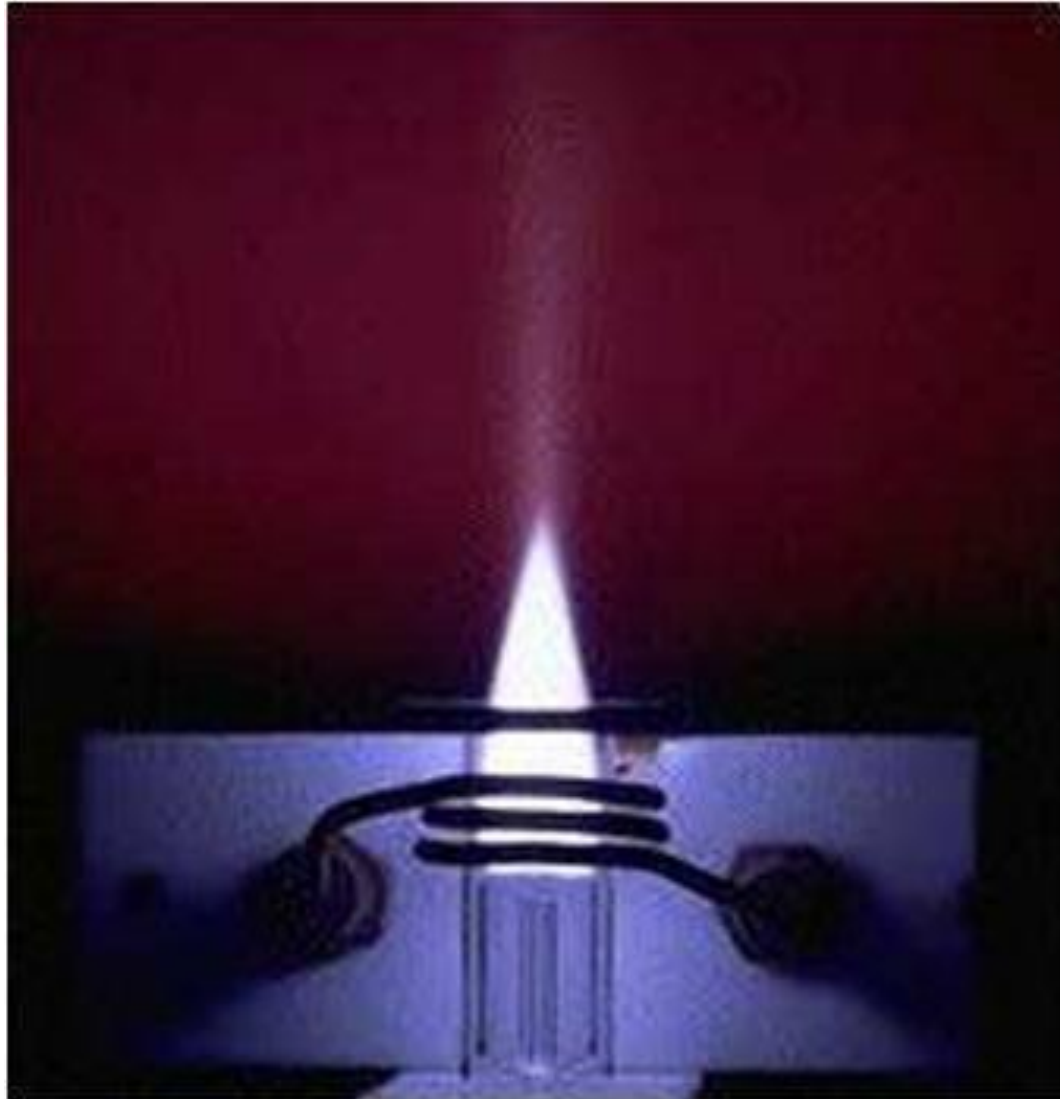
# Espectrometria de Emissão Atômica

FOTOGRAFIA  
DA TOCHA DE  
UM ICP



# Espectrometria de Emissão Atômica

## TOCHA DO ICP



# Espectrometria de Massa Atômica

## ELEMENTOS ANALISADOS POR ICP-MS

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Ha													

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

### Limites de detecção



Não analisável



$\mu\text{g/L} \rightarrow \text{ppb}$



$\text{ng/L} \rightarrow \text{ppt}$