

Rodrigo

Kikuchi

LASER *em*

**Angiologia
e Cirurgia
Vascular**

Dilivros

Sumário

PARTE 1 INTRODUÇÃO

- Capítulo 1** **Princípios do *Laser*, 3**
- Rodrigo Kikuchi

PARTE 2 EQUIPAMENTOS

- Capítulo 2** **Engenharia Básica do *Laser*, 27**
- Oren Gabay
- Capítulo 3** ***Laser* de Diodo, 43**
- Oren Gabay
- Capítulo 4** ***Laser* de Corante, 53**
- Rodrigo Kikuchi
- Capítulo 5** ***Laser* Nd:YAG, 61**
- Rodrigo Kikuchi
- Capítulo 6** ***Laser* Alexandrita, 73**
- Rodrigo Kikuchi
- Capítulo 7** **Luz Intensa Pulsada, 85**
- Rodrigo Kikuchi
- Capítulo 8** ***Laser Q-switched*, 95**
- Rodrigo Kikuchi

PARTE 3 LASER TRANSDÉRMICO

Capítulo 9 **Comprimentos de Onda de *Laser* Transdérmico para Tratamento Vascular, 107**

- Camila Millani Oba
- Rodrigo Kikuchi

Capítulo 10 **Parametrização em Lesões Vasculares com *Laser* Transdérmico, 123**

- Rodrigo Kikuchi

Capítulo 11 **Como Escolher as Lesões para o Tratamento com *Laser* Transdérmico, 141**

- Elias Arcenio Neto
- Rodolfo Marques Mansano

Capítulo 12 **O papel da Ecografia no Tratamento das Lesões Vasculares com *Laser* Transdérmico, 153**

- Robson Barbosa de Miranda
- Thais Menezes de Andrade Honorato

Capítulo 13 **Tratamento de Veias Reticulares com Fontes de Luz, 175**

- Julio Cesar de Mello Bajerski
- Jaber Nashat de Souza Saleh
- Luiza Brum Borges

Capítulo 14 **Tratamento de Telangiectasias com Fontes de Luz, 189**

- Alexandre Reis e Silva
- Felipe Ziccardi Rabelo
- Luiz Fernando Albernaz

Capítulo 15 **Tratamento de Lesões Vasculares Planas com Fontes de Luz, 203**

- Helena de Oliveira Santos

Capítulo 16 Tratamento de Outras Lesões Vasculares Superficiais com Fontes de Luz, 213

- Marcelo Willians Monteiro
- Rodrigo Kikuchi

Capítulo 17 Tratamento de Veias da Face com Fontes de Luz, 237

- Flavio Henrique Duarte
- Antonio Eduardo Zerati
- Jorge Kawano Junior
- Rafael Correa Apoloni

Capítulo 18 Uso do *Laser* Transdérmico como Modulador Celular, 249

- José Marcelo Corassa
- Brenno Augusto Seabra de Mello Netto

Capítulo 19 Técnica de Aplicação do *Laser* Transdérmico para Vasos, 259

- José Ben-hur Parente
- Lidiane Rocha
- Marco Antônia Munia

Capítulo 20 Cuidados com a Pele Antes e Depois do *Laser*, 277

- Samantha Neves

Capítulo 21 Fontes de Luz em Pigmentações Vasculares, 291

- Samantha Neves

Capítulo 22 Complicações do Uso de Fontes de Luz no Tratamento Transdérmico, 309

- Cláudia Fiorini Nunes
- Luciana Hayashida
- Giovanna Luiza dos Santos Cabral

Capítulo 23 Plano de Negócios para a Utilização de *Laser* Transdérmico na Cirurgia Vascular, 321

- Vitor Cervantes Gornati

PARTE 4 LASER ENDOVENOSO

Capítulo 24 **Comprimentos de Onda de Laser Endovenoso Disponíveis para o Tratamento, 333**

- Igor Farias Campos Pereira

Capítulo 25 **Tipos de Fibras, 345**

- Rodolfo Marques Mansano
- Elias Arcenio Neto

Capítulo 26 **O Papel do Ultrassom no Tratamento das Lesões Vasculares com Laser Endovenoso, 361**

- Robson Barbosa de Miranda

Capítulo 27 **Tratamento de Safena Magna, 381**

- Rodrigo Kikuchi
- Walter Jr. Boim de Araujo
- Elias Arcenio Neto

Capítulo 28 **Tratamento de Safena Parva, 395**

- Rafael Stevan Noel
- Mateus Picada Correa
- Renan Camargo Puton

Capítulo 29 **Tratamento de Veias Perfurantes, 401**

- Getulio Ferreira Câmara Nunes
- Livia Cavalcanti Braga de Lyra
- João Edison de Andrade Filho

Capítulo 30 **Tratamento de Veias Tributárias, 411**

- Elias Arcenio Neto
- Fabricio Santiago
- Rodolfo Marques Mansano

Capítulo 31 Técnica de Ablação Térmica Total Assistida, 433

- Daniel Amatuzy
- Lucas Barbosa

Capítulo 32 Laser Endovenoso em Úlcera Ativa, 453

- Luiz Marcelo A. Viarengo
- Gabriel Viarengo

Capítulo 33 Tratamento de Varizes nos Pés com Laser Endovenoso, 465

- Luiz Fernando Albernaz
- Daiane Tafs Schlindwein Albernaz
- Yung-Wei Chi

Capítulo 34 Complicações do Laser Endovenoso, 483

- Gabriel Viarengo
- Gabriel Mazoni Silva Martins
- Luiz Marcelo A. Viarengo

Índice Remissivo, 495

PARTE 1

INTRODUÇÃO



Princípios do *Laser*

1



Rodrigo Kikuchi

INTRODUÇÃO

A luz é o espectro eletromagnético que abrange uma faixa extremamente ampla, desde ondas de rádio com comprimentos de onda de um metro ou mais até raios X com comprimentos de onda inferiores a um bilionésimo de metro. A radiação óptica fica entre as ondas de rádio e os raios X no espectro, exibindo uma combinação única de propriedades de raio, onda e *quantum*.

É possível dizer que um sinal de luz pode ter um comportamento duplo. Em raios X e comprimentos de onda mais curtos, a radiação eletromagnética tende a ser bastante parecida com uma partícula em seu comportamento, enquanto na extremidade do comprimento de onda longo do espectro o comportamento é principalmente ondulatório. A porção de luz visível do espectro eletromagnético ocupa uma posição intermediária, exibindo propriedades de onda e de partícula em graus variados. A luz UV de comprimento de onda curto apresenta mais propriedades quânticas do que suas contrapartes visíveis e infravermelhas.

O nome *laser* é um acrônimo para *light amplification by stimulated emission of radiation* (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). Assim, o termo reflete a função crucial do processo de emissão estimulada para os geradores e amplificadores quânticos de luz coerente.

HISTÓRICO DO LASER

A história do desenvolvimento do laser iniciou-se em 1917, quando Albert Einstein demonstrou que o processo de emissão estimulada deve existir. Esse foi o primeiro passo em direção ao laser. Em 1953, um grupo da Universidade de Columbia, liderado por Charles H. Townes, operou um dispositivo de micro-ondas que amplificava a radiação pelo processo de emissão estimulada, denominado MASER, um acrônimo para *microwave amplification by stimulated emission of radiation* (amplificação de micro-ondas por emissão estimulada de radiação). No ano seguinte, Schawlow e Townes fizeram contribuições importantes que ajudaram a estender essas ideias das micro-ondas para a região de comprimento de onda óptica. Esses esforços culminaram em julho de 1960, quando Theodore Maiman anunciou a geração de um pulso de luz vermelha coerente por meio de um cristal de rubi o primeiro laser.

Depois disso, o *laser* começou a ser usado pelas ciências da engenharia e em diversos outros setores da indústria. Um exemplo de seu uso na ciência da computação é a segurança das informações, possibilitando assim a transmissão segura de informações do paciente para os dados armazenados no hospital ou de um hospital para o outro. Outro exemplo é no campo da engenharia eletrônica e da engenharia médica, o que possibilitou o desenvolvimento de dispositivos a *laser* para uso em medicina e aplicações médicas.

Não existe um dispositivo a *laser* universal ou um conjunto de parâmetros de luz *laser* para o tratamento eficaz de todas as doenças médicas, assim como não existe um medicamento universal para todos os distúrbios humanos. Portanto, uma maior aceitação dos *lasers* para tratamento médico virá com uma melhor compreensão da escolha adequada dos parâmetros do *laser* necessários para realizar um tratamento específico. O uso do *laser*, portanto, é um eterno horizonte a ser descoberto. Em cada situação médica, quando um dispositivo a *laser* com pacote de segurança e um sistema de entrega operados dentro de uma faixa adequada de condições, este poderá estar apto a atuar ajudando as mais diversas áreas médicas.

PROPRIEDADES DA LUZ LASER

- **Monocromaticidade:** monocromático significa que todos os fótons têm o mesmo comprimento de onda. A luz produzida por um *laser* específico terá um comprimento de onda ou comprimentos de onda característicos. Isso contrasta muito com uma lâmpada incandescente típica, que emite comprimentos de

onda de todo o espectro, geralmente comprimentos de onda do ultravioleta até o visível e depois até a faixa do infravermelho ou mais.

- **Colimação e direcionalidade:** essa propriedade decorre do paralelismo da luz do *laser* à medida que ela se move pelo espaço, mantendo sua concentração e, portanto, o brilho característico. Há pouca divergência do feixe de *laser* quando ele sai do dispositivo de *laser*, e o feixe pode percorrer uma distância considerável com pouquíssimo movimento de paralelismo. Por não divergir com a distância, a luz do *laser* mantém o brilho. O brilho pode se traduzir em altas concentrações de energia quando o *laser* é focalizado em um ponto pequeno.
- **Coerência:** coerência significa que as ondas eletromagnéticas dos raios de luz estão em fase umas com as outras no espaço e no tempo. A natureza coerente da radiação *laser* é derivada de sua geração por emissão estimulada, o que significa que o fóton emitido está exatamente em fase com o fóton estimulante. Há dois tipos de coerência: espacial e temporal. A coerência espacial significa que as cristas e as depressões de todas as ondas coincidem ao longo de linhas perpendiculares aos raios. A coerência temporal significa que a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de deslocamento são todos constantes. A coerência é a propriedade mais fundamental do *laser* e o distingue da luz de outras fontes. Portanto, um *laser* pode ser definido como uma fonte de luz coerente (**Quadro 1.1**).

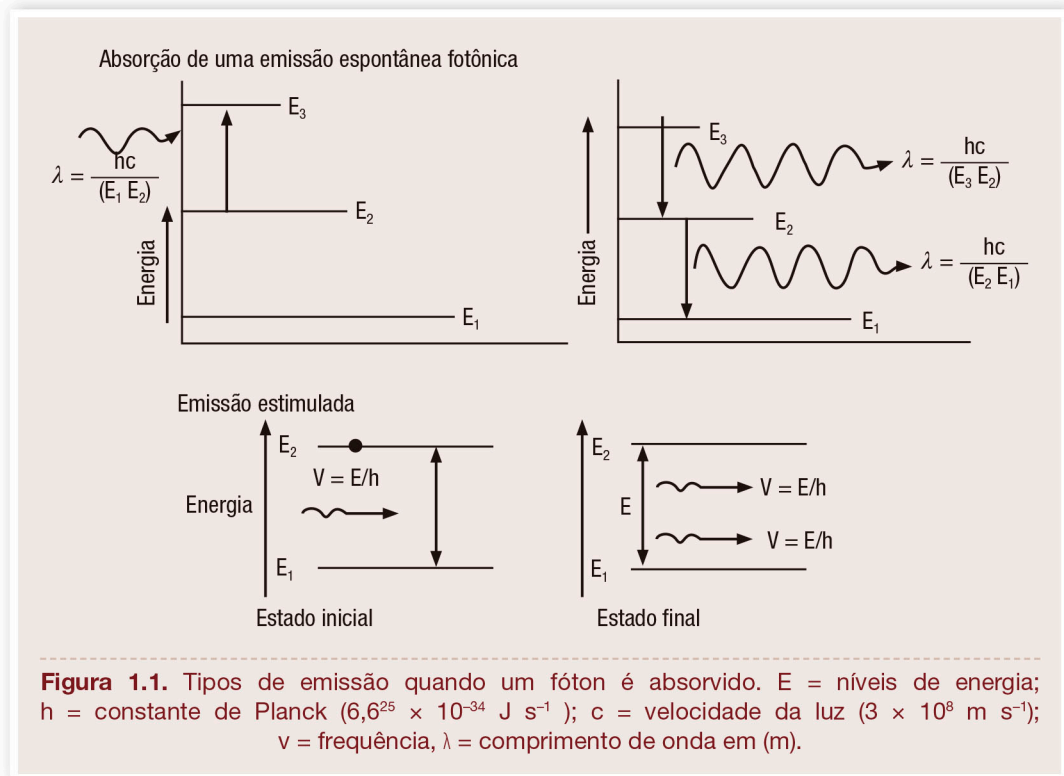
Quadro 1.1. Características do *laser*

O FEIXE DO LASER É	
Monocromático	Possui um único comprimento de onda
Colimado	Seus feixes são totalmente paralelos
Coerente	Os picos e os vales das ondas coincidem (coerência espacial) e se propagam em velocidade constante (coerência temporal)

PRINCÍPIOS DO LASER

Para descrever como um *laser* funciona, alguns aspectos básicos da interação luz/matéria deverão ser conhecidos. Os elétrons em um átomo ou molécula existem em níveis de energia muito específicos, chamados estados. Cada átomo possui elétrons que são característicos do elemento específico ou da combinação de elementos (moléculas). A transição de um átomo ou molécula de um estado para o outro é chamada de transição quântica.

As transições quânticas podem ser induzidas por várias causas; em particular, elas podem ocorrer quando os átomos interagem com a radiação óptica. Se o átomo estiver no estado superior e fizer uma transição para o estado inferior, então a energia

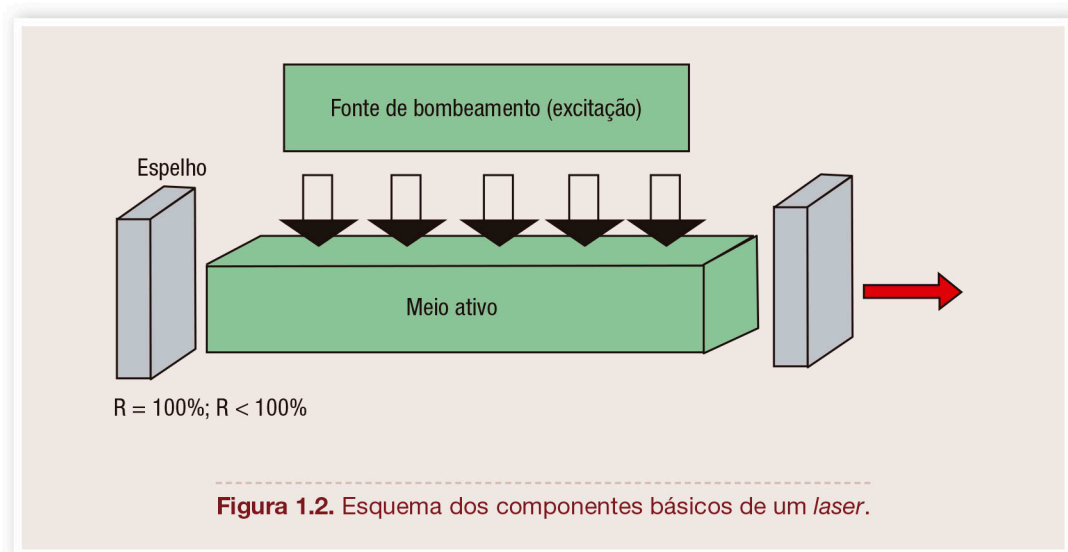


Agora, um fóton perdido com o comprimento de onda correto, produzido por emissão espontânea, é suficiente para desencadear uma cadeia de emissões estimuladas. O meio de iluminação fica entre dois espelhos, um deles refletindo totalmente e o outro refletindo parcialmente. Os fótons podem ricochetear para a frente e para trás, estimulando cada vez mais átomos a emitir fótons, aumentando rapidamente a intensidade à medida que passam pelo espelho parcialmente refletor. Se a energia de bombeamento for aplicada continuamente, a inversão de população será mantida e os novos átomos excitados recuperarão os átomos exauridos, dando origem a um *laser* de onda contínua. Por outro lado, se a energia de bombeamento for aplicada de forma intermitente, como no *laser* pulsado, a emissão estimulada diminui à medida que os átomos que estão em um estado excitado são desenvolvidos e perdem sua energia excessiva, destruindo a inversão da população.

ELEMENTOS DE DISPOSITIVOS A LASER

Para operar a maioria dos dispositivos a *laser*, três condições básicas devem ser atendidas:

- *Meio ativo*: é um conjunto de átomos, moléculas ou íons que podem estar nos estados sólido, líquido, gasoso ou de plasma. A composição do meio de iluminação determina o comprimento de onda de saída e o nome de um *laser* específico.
- *Fonte de bombeamento*: a fonte de energia para bombear o meio do *laser*. Quando o meio do *laser* na cavidade óptica é bombeado, é gerado um feixe de *laser* que sai da cavidade por meio do espelho parcialmente transmissivo, pelo qual a inversão de população é criada dentro do meio ativo.
- *Ressonador óptico*: consiste em dois espelhos. O meio do *laser* é colocado na cavidade óptica e seu eixo é feito para coincidir com o eixo comum dos espelhos. Em geral, um espelho é totalmente reflexivo para o comprimento de onda de operação do *laser* e o outro é parcialmente transmissivo, o que



permite a seleção de alguns estados de fótons e a supressão de outros estados, conforme mostrado na **Figura 1.2**.

MODOS DE LASER

Os *lasers* podem operar nos seguintes modos:

- *CW ou modo contínuo*: se a extremidade parcialmente transmissora da cavidade óptica permitir que uma fração da energia da luz que a atinge escape e se a energia puder ser bombeada para o meio de iluminação a uma taxa tal que a