

# **Estrutura de proteínas**

**- Peptídeos e proteínas**



**Beatriz Merida  
Felipe Santiago  
Giovana Baroni  
Raul Barros**

---

1

# Proteínas

O que são proteínas?



## Proteínas

- Proteínas são biomoléculas formadas a partir de 20 aminoácidos existentes, unidos por **ligações amida**;
- Presença principal de átomos de **carbono, nitrogênio e oxigênio** na estrutura;
- Dessa forma, a maior parte do nitrogênio consumido na dieta é incorporado na estrutura protéica.



## Proteínas

- As proteínas podem ser divididas em fibrosas e globulares:

Fibrosas: contém cadeias longas de polipeptídeos que se agrupam formando feixes e são insolúveis em água;

Globulares: São solúveis em água e tendem a ter forma esférica.

# 4

## **Níveis estruturais**

em que as proteínas se organizam



## Níveis estruturais de organização das proteínas

### **Estrutura primária:**

Sequência de aminoácidos na cadeia e a posição de todas as ligações dissulfeto;

### **Estrutura secundária:**

Descreve a conformação regular assumida pelos segmentos do esqueleto protéico;

### **Estrutura terciária:**

Descreve a estrutura tridimensional de todo o polipeptídeo;

### **Estrutura quaternária:**

Ocorre quando uma proteína tem mais de uma cadeia polipeptídica; é o modo como as cadeias individuais se arranjam uma em relação a outra.

2

# Estrutura primária

Sequência de aminoácidos.



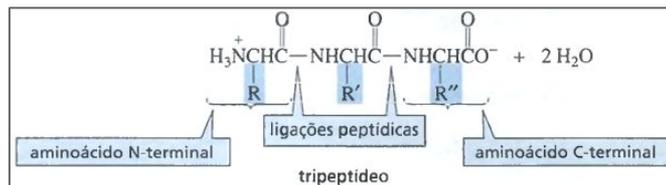
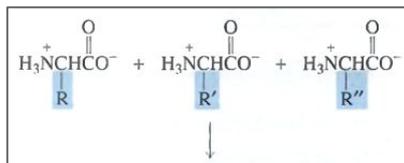
## Estrutura primária de proteínas

- É a sequência de aminoácidos da cadeia polipeptídica, determinada geneticamente e específica para cada proteína.
- Para formar a estrutura primária e uma sequência de aminoácidos, estes se ligam através de **ligações peptídicas**.



## Ligação peptídica

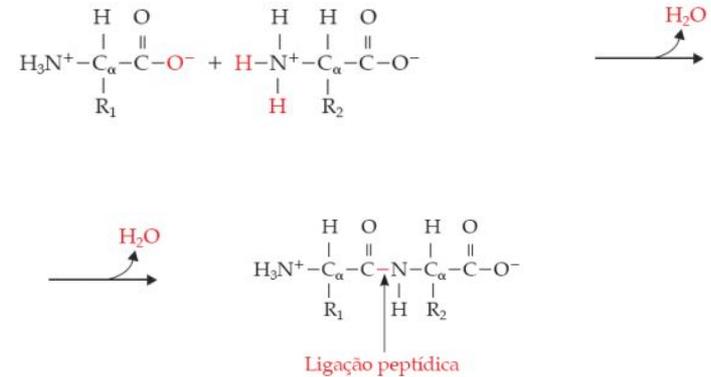
- = ligações **amida** que unem os aminoácidos.
- Por convenção, os peptídeos e proteínas são escritos com o **aminoácido N-terminal** (grupo amino livre) à **esquerda**, e o **aminoácido C-terminal** (grupo carboxila livre) à **direita**.





## Ligação peptídica

- A ligação peptídica é feita, teoricamente, por um ataque nucleofílico do N amino ao carbono carbonílico, com a exclusão de uma molécula de água.
- A reação porém, não ocorre, pois **não é termodinamicamente viável**.
- Nos seres vivos, a **ligação peptídica não é feita por reação direta entre os aminoácidos**, mas por um **complexo aparato de síntese proteica**, que inclui ribossomos, ácidos ribonucleicos, várias proteínas e enzimas.

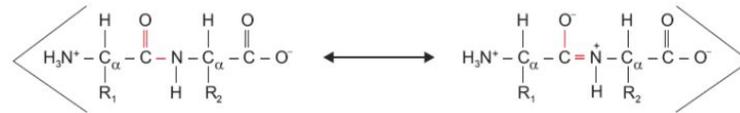


Bioquímica Básica, Bayardo.

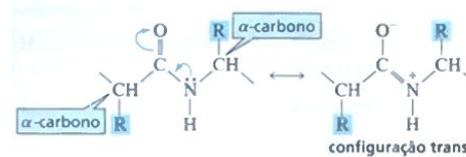


## Ligação peptídica

- A ligação peptídica tem 40% de caráter de ligação dupla, em virtude da deslocalização de elétrons.



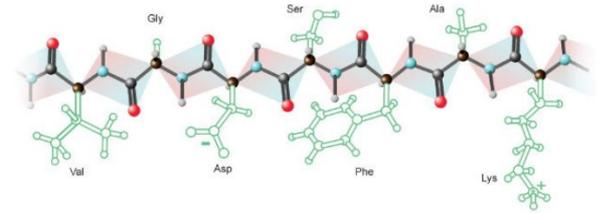
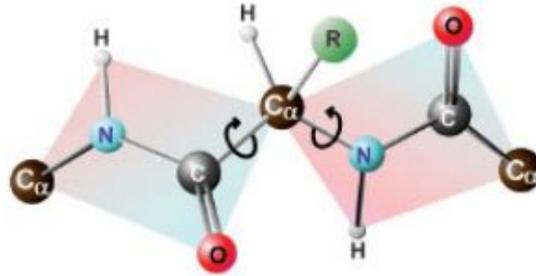
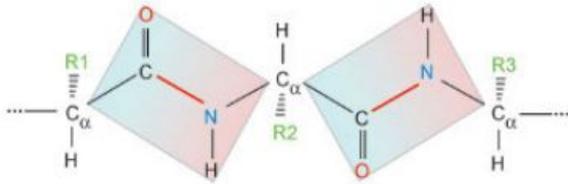
- O impedimentos estérico faz a configuração *trans* ser mais estável do que a *cis*, de modo que os carbonos alfa dos aminoácidos adjacentes são *trans* uns aos outros.





## Ligação peptídica

- Pelo caráter parcial de ligação dupla, a rotação em torno da ligação peptídica não é possível. Os **átomos de carbono e nitrogênio da ligação peptídica e os dois átomos aos quais cada um está ligado** são mantidos rigidamente em um plano.
- A planaridade regional afeta o modo como uma cadeia de aminoácidos pode se dobrar, influenciando nas formas tridimensionais das proteínas.



3

# Estrutura secundária

Conformação no espaço.



## **Estrutura secundária de proteínas**

- Uma molécula orgânica assume uma conformação no espaço para **minimizar a energia.**
- **Uma cadeia polipeptídica tende a se dobrar em uma estrutura geométrica repetitiva.**
- Três fatores determinam a escolha de uma estrutura:
  1. A planaridade ao redor da ligação peptídica, que limite as conformações possíveis;
  2. A maximização do número de grupos peptídicos que participam de ligações de hidrogênio;
  3. Separação adequada das cadeias laterais para evitar impedimento estérico e repulsão de cargas iguais.



## Estrutura secundária de proteínas

### Alfa hélice

A estrutura da proteína se enrola em torno de um eixo longitudinal.

- É estabilizada por **ligações de hidrogênio**: Cada hidrogênio ligado a um nitrogênio da amida interage com um oxigênio carbonílico de um aminoácido 4 resíduos adiante.

### Folha beta pregueada

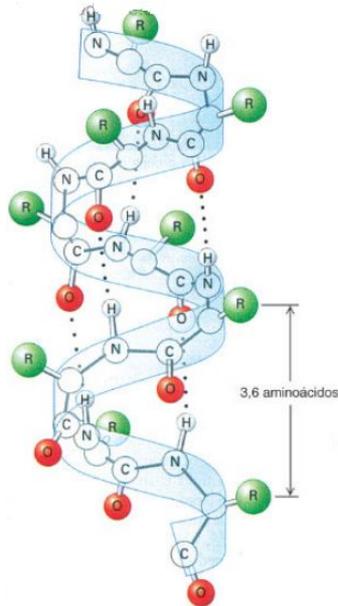
Contém esqueletos polipeptídicos estendidos, permitindo interação lateral entre as cadeias.

- As ligações de hidrogênio se estabelecem entre as cadeias polipeptídicas vizinhas, podendo acontecer na mesma direção ou em direção oposta (paralela ou anti-paralela).

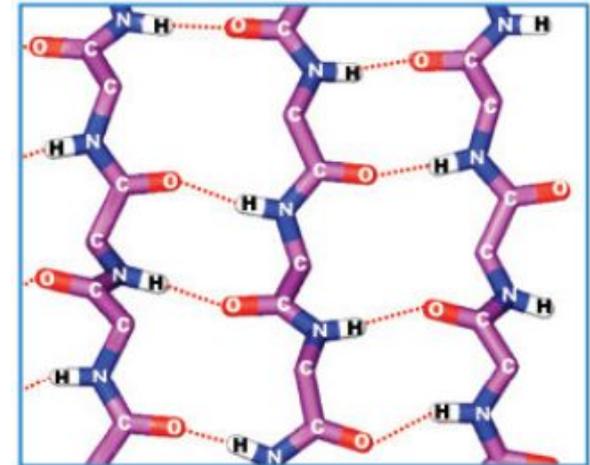
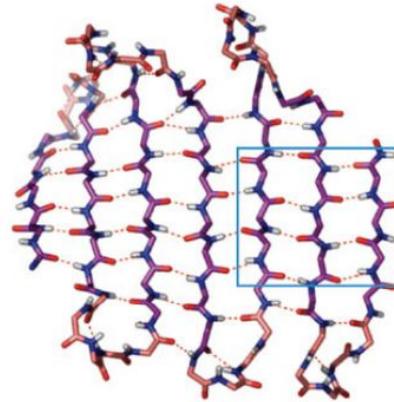


# Estrutura secundária de proteínas

## Alfa hélice



## Folha beta pregueada



4

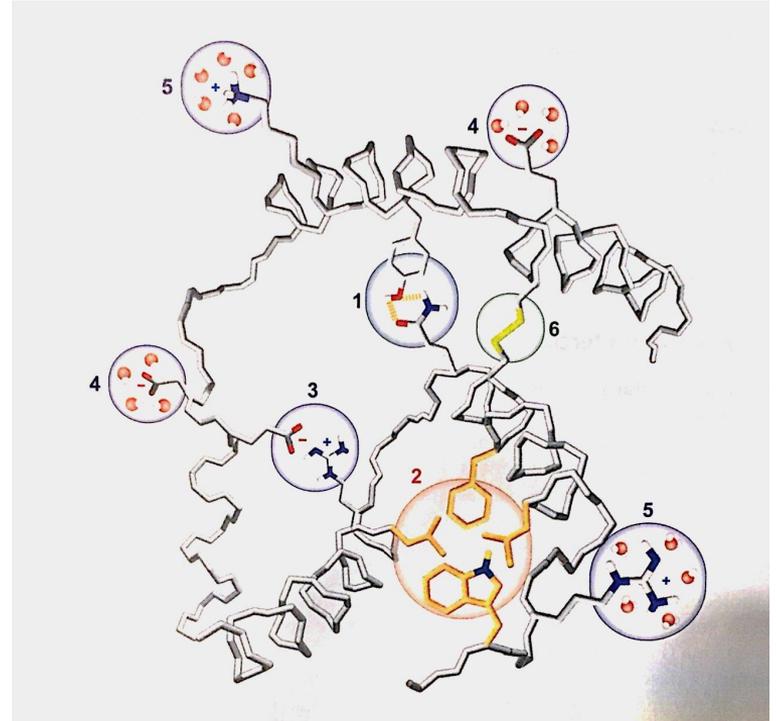
# Estrutura terciária

Tridimensionalidade da proteína



## Estrutura terciária de proteínas

- Descreve o dobramento final de uma cadeia polipeptídica
- Interação entre segmentos distantes de um polipeptídeo
- Ligações não covalentes ou covalentes





## Tipos de ligações não covalentes

- ◉ Ligações entre cadeias laterais de resíduos de aminoácidos
- ◉ Fracas
- ◉ Grande número de ligações permite dobramento da estrutura terciária



## Tipos de ligações não covalentes

1. **Ligações de hidrogênio**
  - ◉ Estabelecidas entre grupos R de aminoácidos polares com ou sem carga
  - ◉ Diferentemente das estruturas secundárias, as ligações de hidrogênio não apresentam padrão regular de disposição
  - ◉ Ex: serina + glutamina



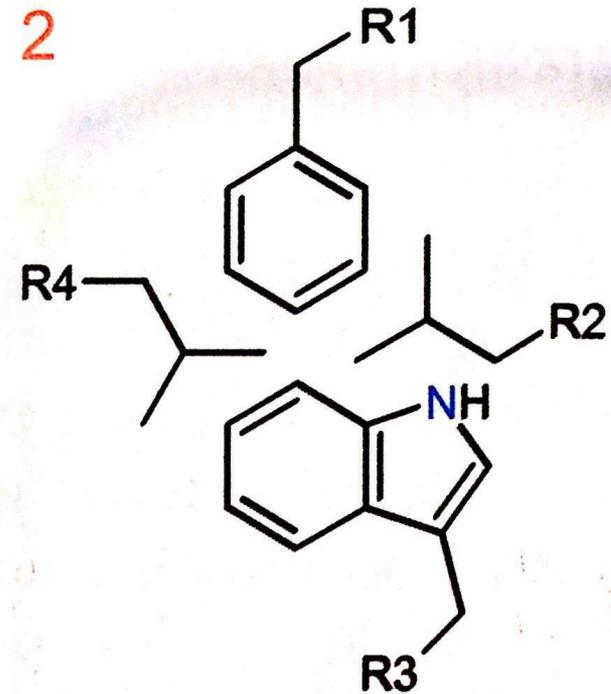
## Tipos de ligações não covalentes

### 2. Interações hidrofóbicas

- Formadas entre cadeias laterais hidrofóbicas de aminoácidos apolares
- Estas cadeias se aproximam devido à não interação com a água, diminuindo a área apolar exposta ao solvente
- Mais importantes para manutenção da conformação espacial

## Interações hidrofóbicas

2



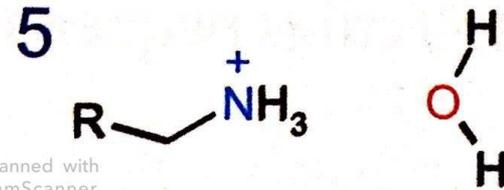
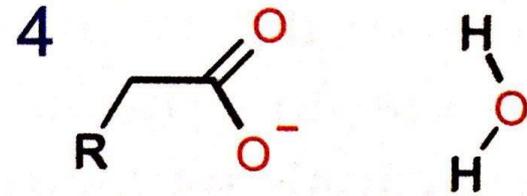
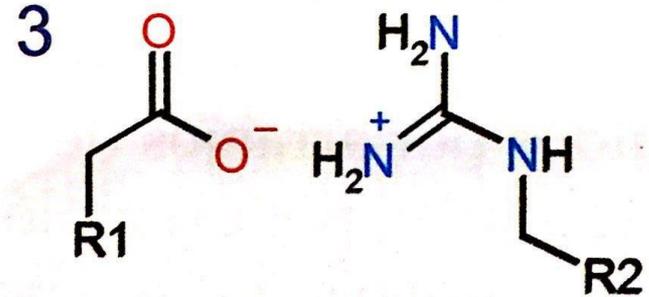


## Tipos de ligações não covalentes

### 3. Ligações iônicas ou salinas

- Formadas entre cadeias laterais hidrofóbicas de aminoácidos apolares
- Estas cadeias se aproximam devido à não interação com a água, diminuindo a área apolar exposta ao solvente
- Mais importantes para manutenção da conformação espacial

## Ligações iônicas





## Tipos de ligações não covalentes

4. Forças de van der Waals
  - São resultantes das forças de atração e repulsão de partes da molécula

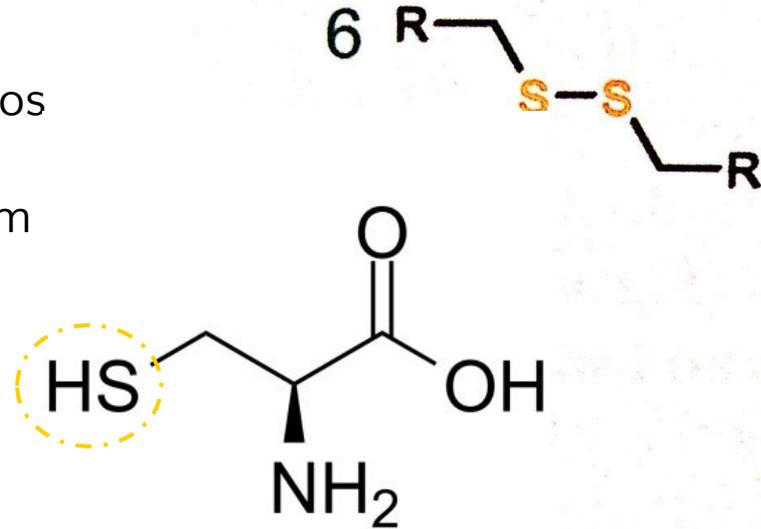
## Ponte dissulfeto



## Ligações covalentes

### Ponte dissulfeto

- Junção de dois grupos tiol
- Formada entre dois resíduos de cisteína
- Raramente encontradas em proteínas intracelulares
- Ligações mais fortes que ligações não covalentes





# Padrões de elementos estruturais

Domínios e motivos



## Domínios

---

- Conjunto estrutural definido
- Formado por dobramentos da cadeia polipeptídica
- Grau de interação entre domínios é variável: ligação flexível ou contato íntimo
- Ação específica



## Motivos

---

- Forma de organização de elementos da estrutura secundária de proteínas globulares
- Padrão de dobramento característico
- Podem ser constituídos por arranjos de  $\alpha$ -hélice e/ou folha  $\beta$  pregueada
- Também desempenham funções específicas, como receber sinais que dão início a transdução

5

# Estrutura quaternária

Proteína funcional



## Estrutura quaternária de proteínas

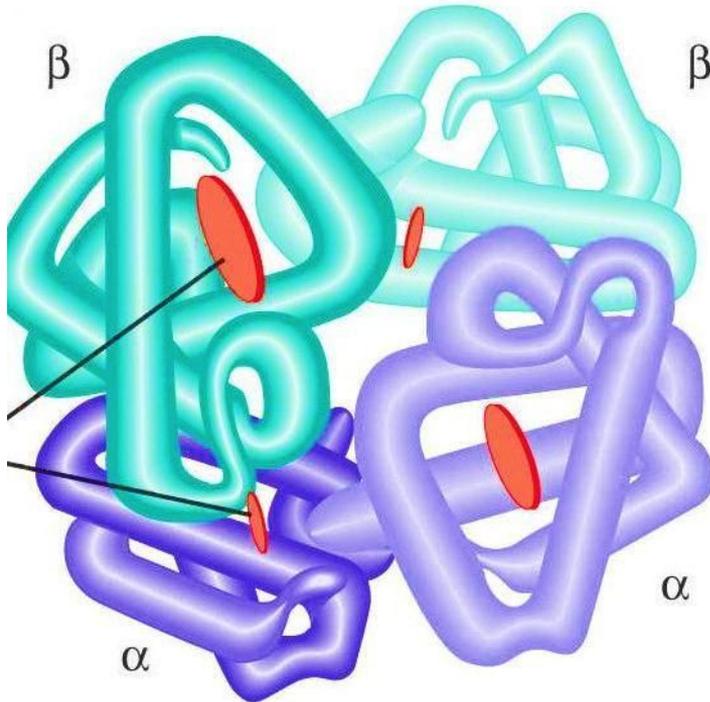
- Associação de duas ou mais cadeias polipeptídicas (subunidades)
- Ligações não covalentes
- Subunidades podem ser iguais ou diferentes



Complexo quaternário



## Hemoglobina



- Formada por 4 subunidades
- Interações hidrofóbicas, ligações de hidrogênio e interações eletrostáticas



## Referências Bibliográficas

---

1. BRUICE, Paula Yurkanis. **Química Orgânica**. 4. ed, volume 2. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
2. TORRES, Bayardo Baptista; MARZZOCO, Anita. **Bioquímica Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.



---

# Obrigado!

*Alguma pergunta?*