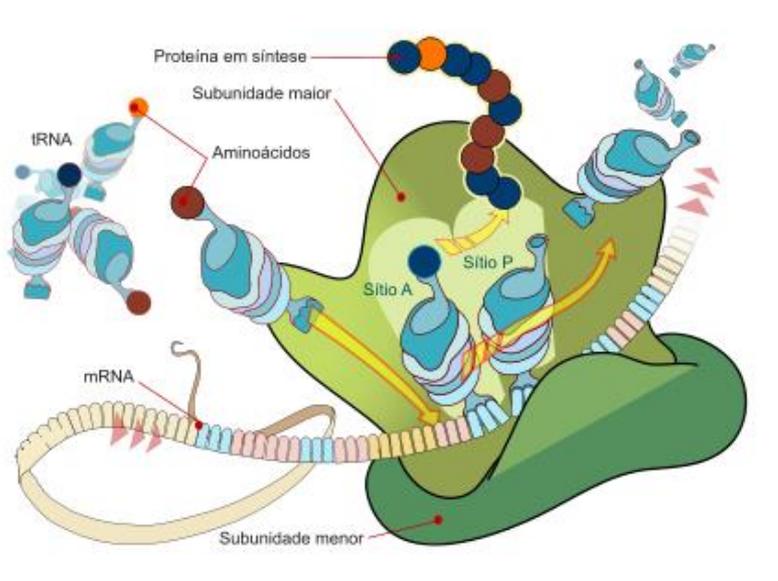


# TRADUZINDO O CÓDIGO GENÉTICO

## Aula teórica 6

LGN0114 – Biologia Celular

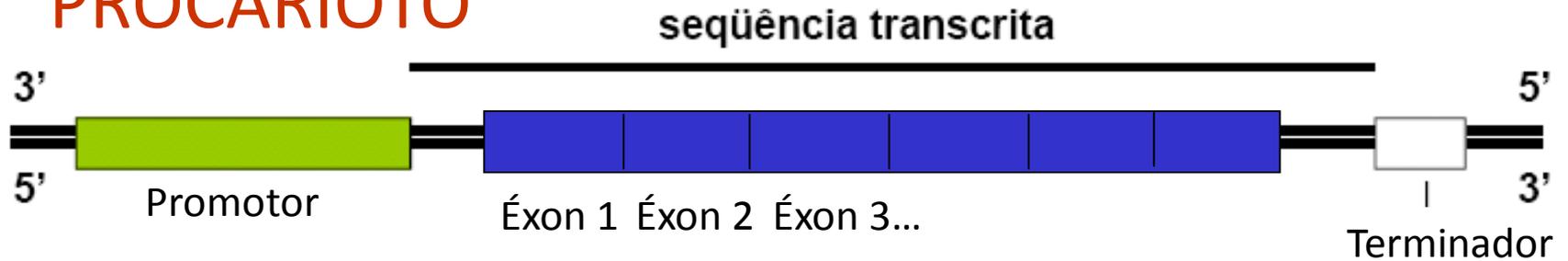


Maria Carolina Quecine  
Departamento de Genética  
mquecine@usp.br

# LEMBRANDO...

Um **gene** → unidade da informação genética que controla a síntese de polipeptídios ou uma molécula de RNA estrutural;

## PROCARIOTO



## EUCARIOTO



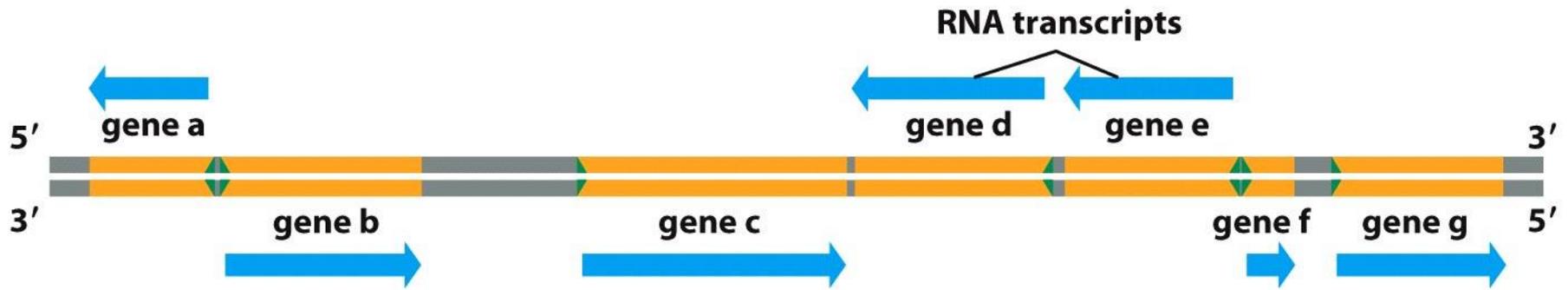
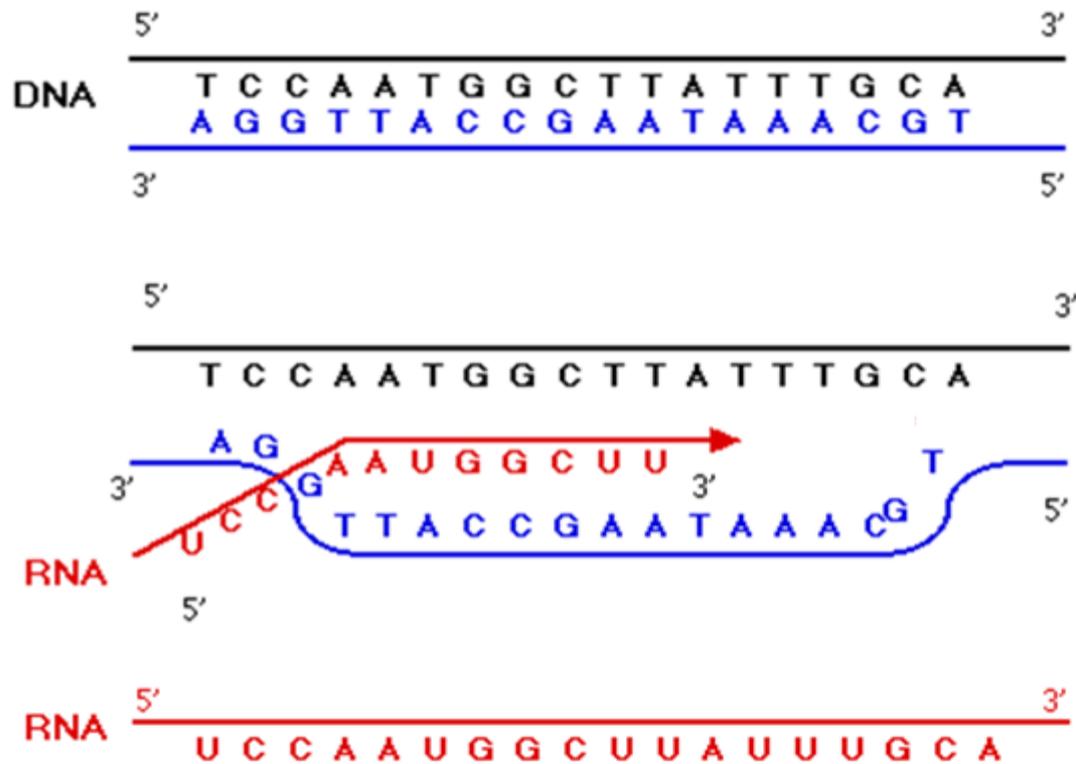
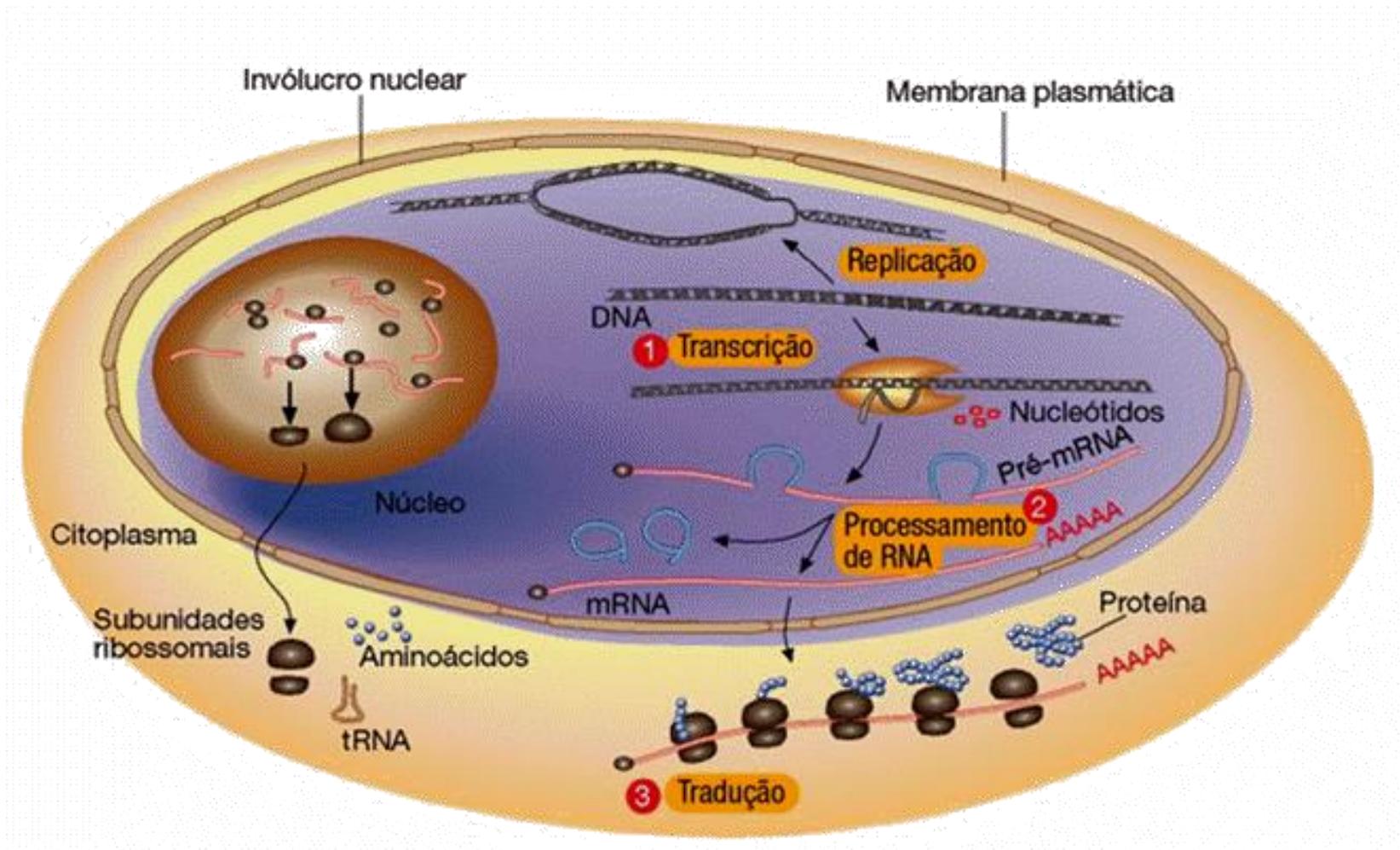


Figure 7-11 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)



# PROCESSO DINÂMICO

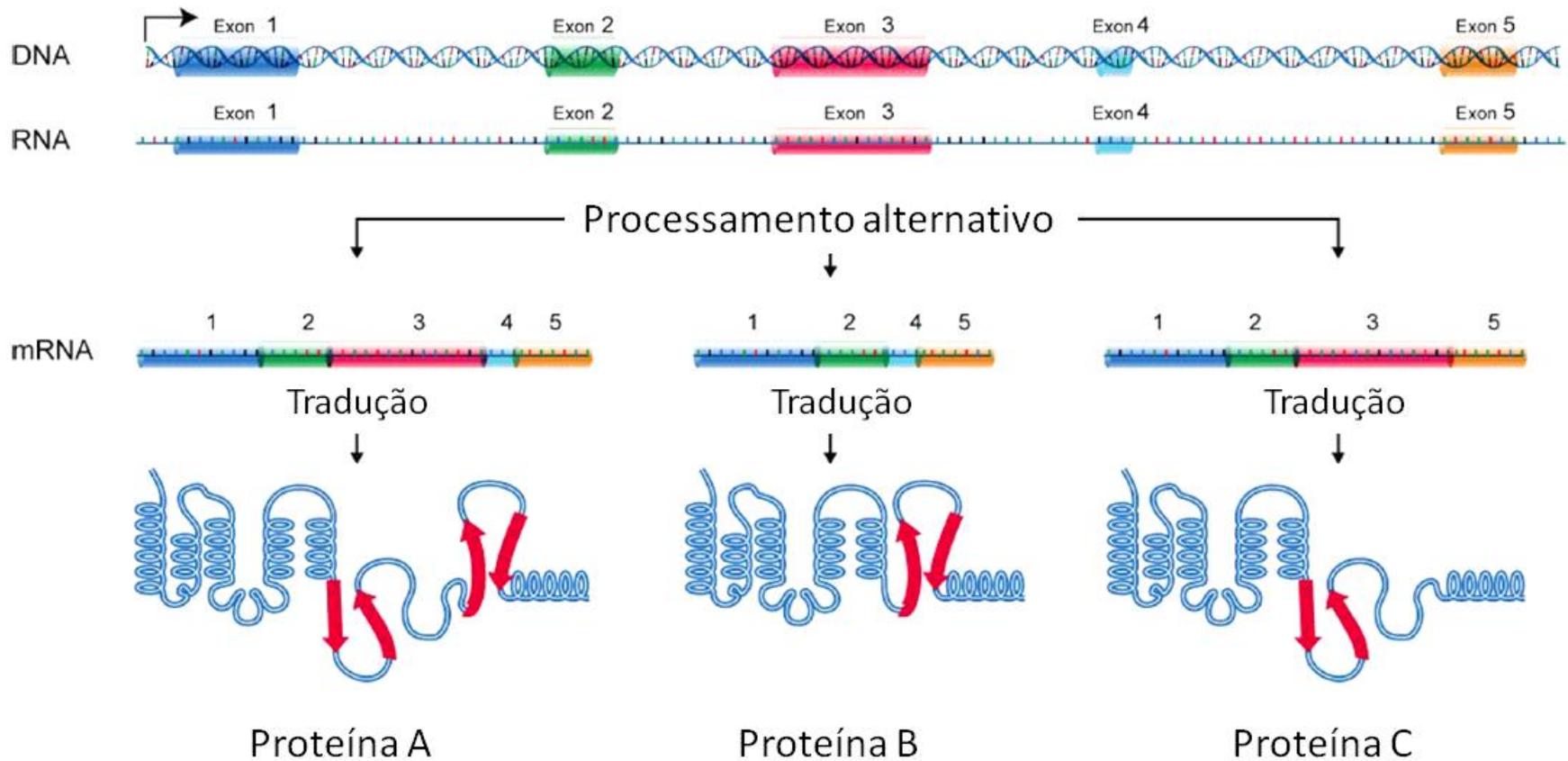


Quantidade...ponto de checagem...expressão exata...temporalidade

**NÃO HÁ PROCESSAMENTO DE mRNA EM  
PROCARIOTOS!!!**

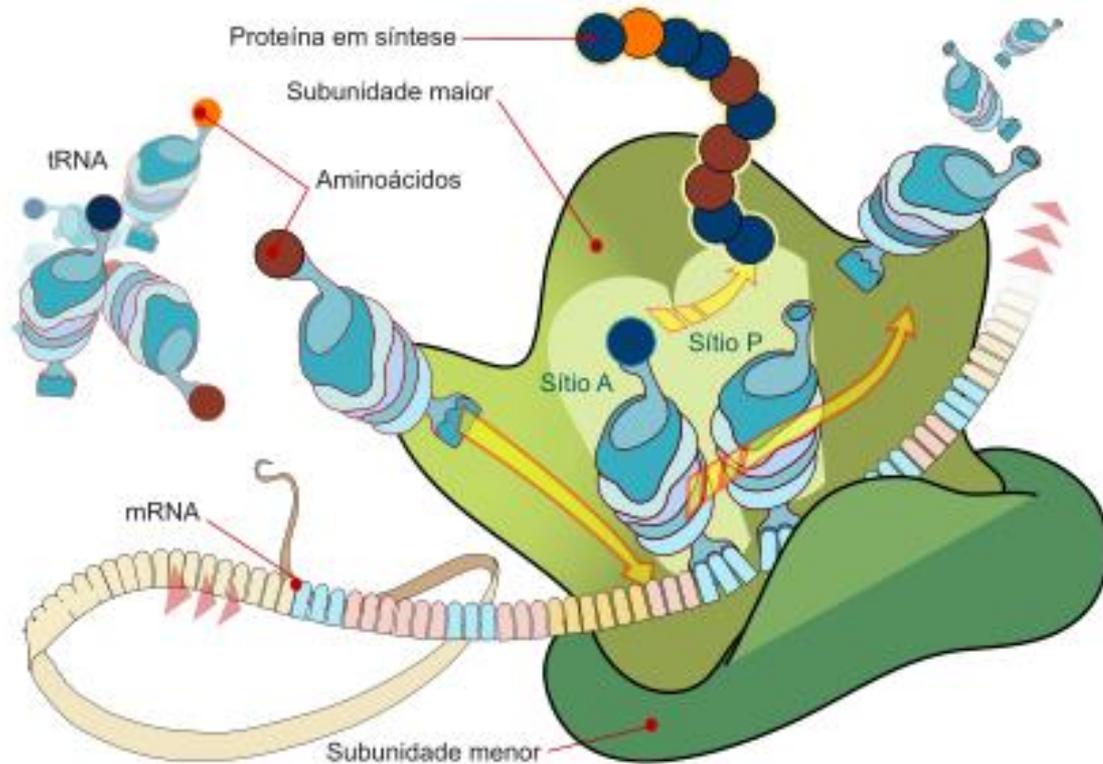
**PORTANTO, MAIS DE UMA CADEIA  
POLIPEPTÍDICA, PROVENIENTE DE UM ÚNICO  
GENE MEDIANTE O SPLINCING ALTERNATIVO  
OCORRE SOMENTE NOS EUCARIOTOS.**

# SPLICING ALTERNATIVO GERANDO DIVERSAS PROTEÍNAS

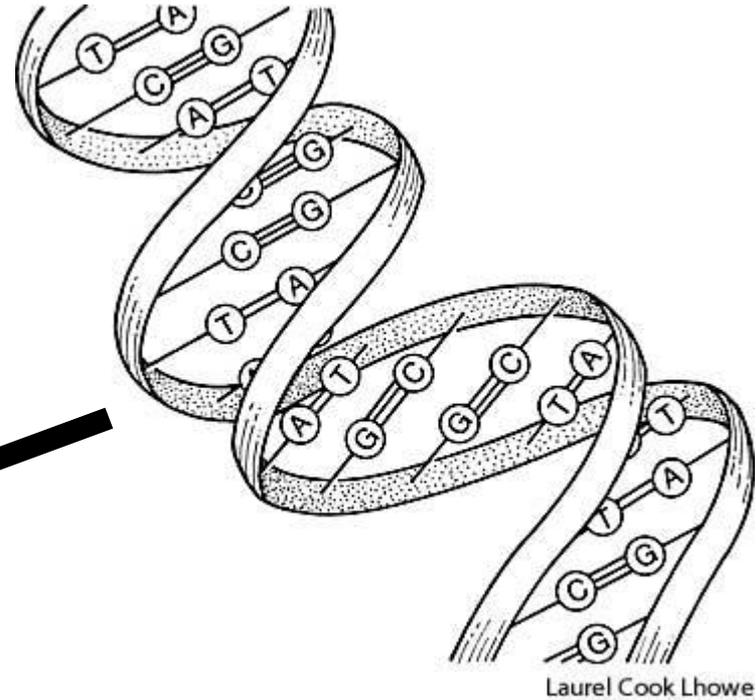


# TRADUÇÃO

As proteínas são sintetizadas a partir dos moldes de mRNA por um processo altamente conservado durante a evolução.



# TRADUÇÃO



## Interpretação

AAGTCCTTTTAAATAAATAAATTCTAGCTATATTTGCAAC  
GTTGGAAAATTAGCTATTCTAATGTTATCGAAAGAAGAA  
CACAGTTACTTAGTTTCTCGGCAAACATATCAAAATGA  
GAAGGTGAAAGAGTGGCATAATGATAAGCAAATCTGAAA  
ATTTTTGGTATAATAATCTTGATTGAAATTTGAATGGA  
GTAGGCTTACCAAATGTTGGTAAATCAACCTTATTTAAC  
ATTATCCTTTTGC GACTATTGATCCCAATGTTGGTATGG  
GACAGAATTGATTACACCTAAAAAACAGTTCCGACAAC  
AAAGGTGCTTCTAGAGGGGAAGGTCTAGGAAATAAATTT  
TTCATGTGGTACGTGCTTTTGTGATGAAAATGTCATGC  
TCCTATAGCAGATATTGACACTATTAATCTTGAATTAAT  
TATGCGCGTGTGAAAAAATGGCACGAACTCAAAAAGAT  
AAAAGATTAACCTGTTTTGGAAGATGGGAAATCAGCTA  
AGTTGTAAAGGTCTCTTTTTATTAACAACCTAACCTGT  
GTTGCTAATCTAGATGGTATTGATTATGTCAAACAAATT  
TAGTTGTTATCTCAGCGCGTGCAGAAGAAGAAATTTAG  
GGAAGCTATCGGTCTTACTGAATCAGGCGTTGATAAATT  
GGAACCTATTTTACAGCAGGTGAAAAAGAGGTTCTGTCT  
AAGCTGCTGGTATTATCCATTGAGATTTTAAAAGAGGTT

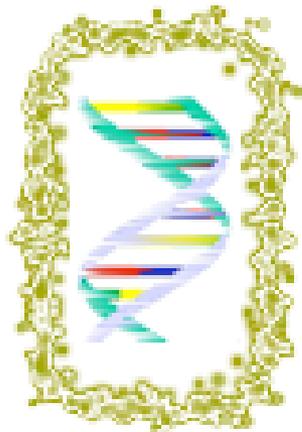
Código genético

# CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TRADUÇÃO

- ✓ Todos os RNAs mensageiros são lidos na direção 5'-3';
- ✓ As cadeias polipeptídicas são sintetizadas da extremidade amina ( $\text{NH}_3$ ) para a carboxila terminal ( $\text{COOH}$ ) – ligação peptídica;
- ✓ A tradução é realizada nos ribossomos, com os RNA transportadores como adaptadores entre o molde de mRNA e os aminoácidos;
- ✓ Cada aminoácido é especificado por três bases (códon) no mRNA – código genético universal.

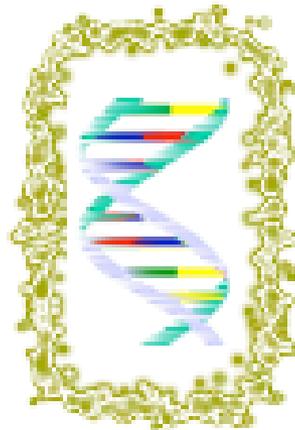
# O CÓDIGO GENÉTICO É UNIVERSAL!!!

Bactéria E. Coli  
em seu estado  
normal

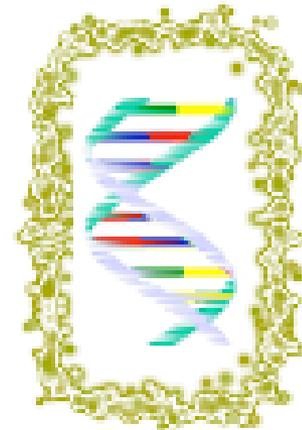


Produção de  
secreções

O DNA da bactéria  
é alterado pelo  
bioquímico



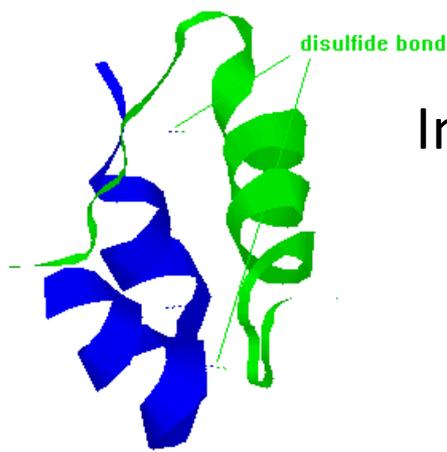
A Bactéria alterada  
agora passa a produzir  
insulina humana



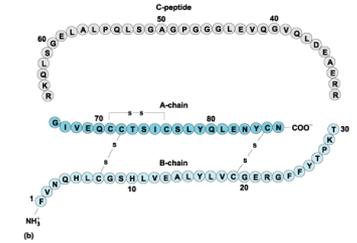
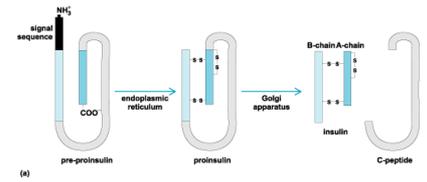
Produção  
natural  
de insulina



N terminal



# Insulina humana

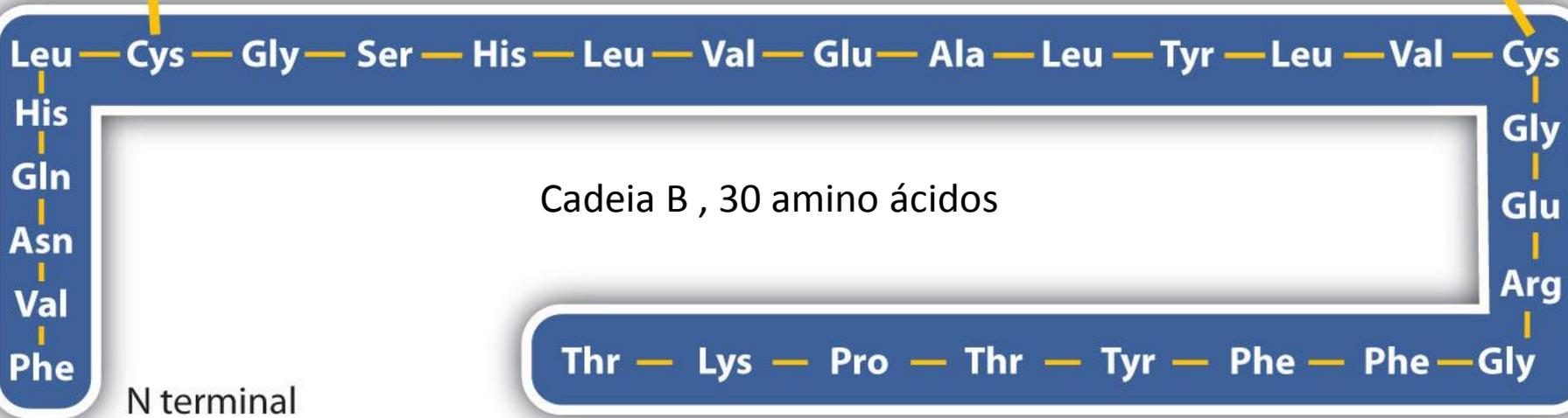


Cadeia A , 21 amino ácidos ;

C terminal



Cadeia B , 30 amino ácidos



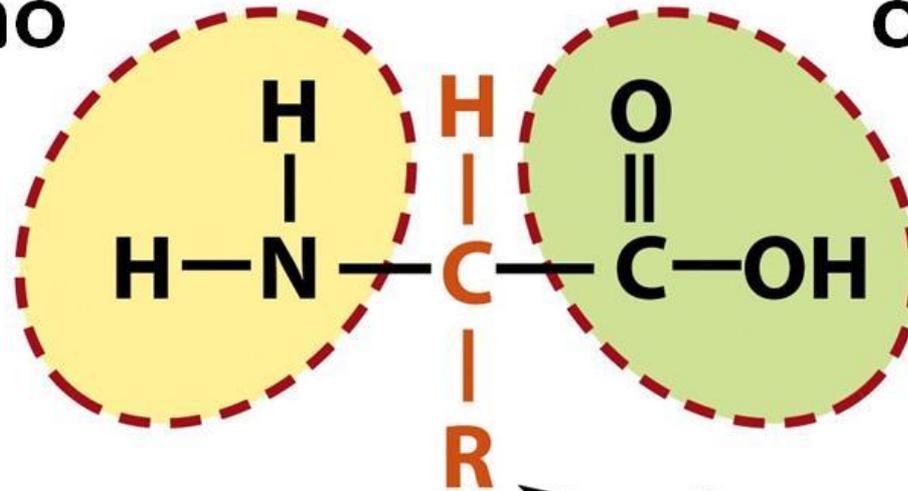
N terminal

C terminal

# AMINOÁCIDO

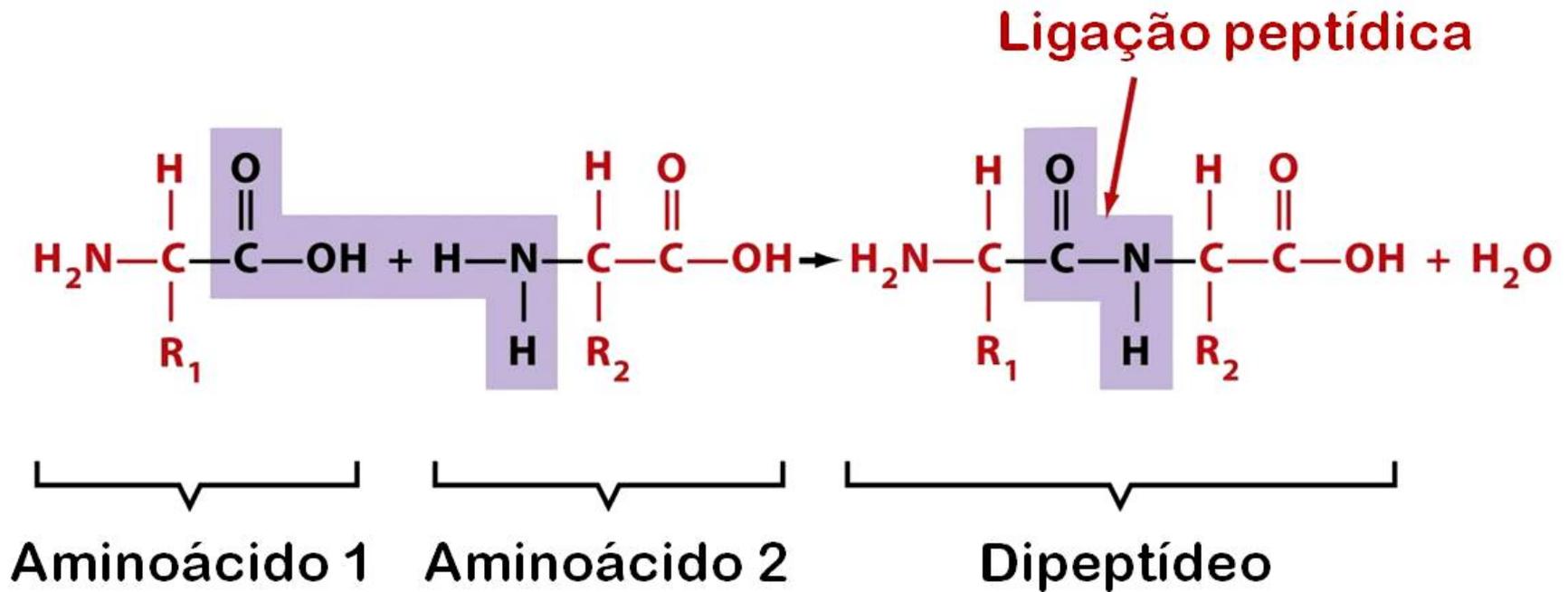
Grupo  
amino

Grupo  
carboxila



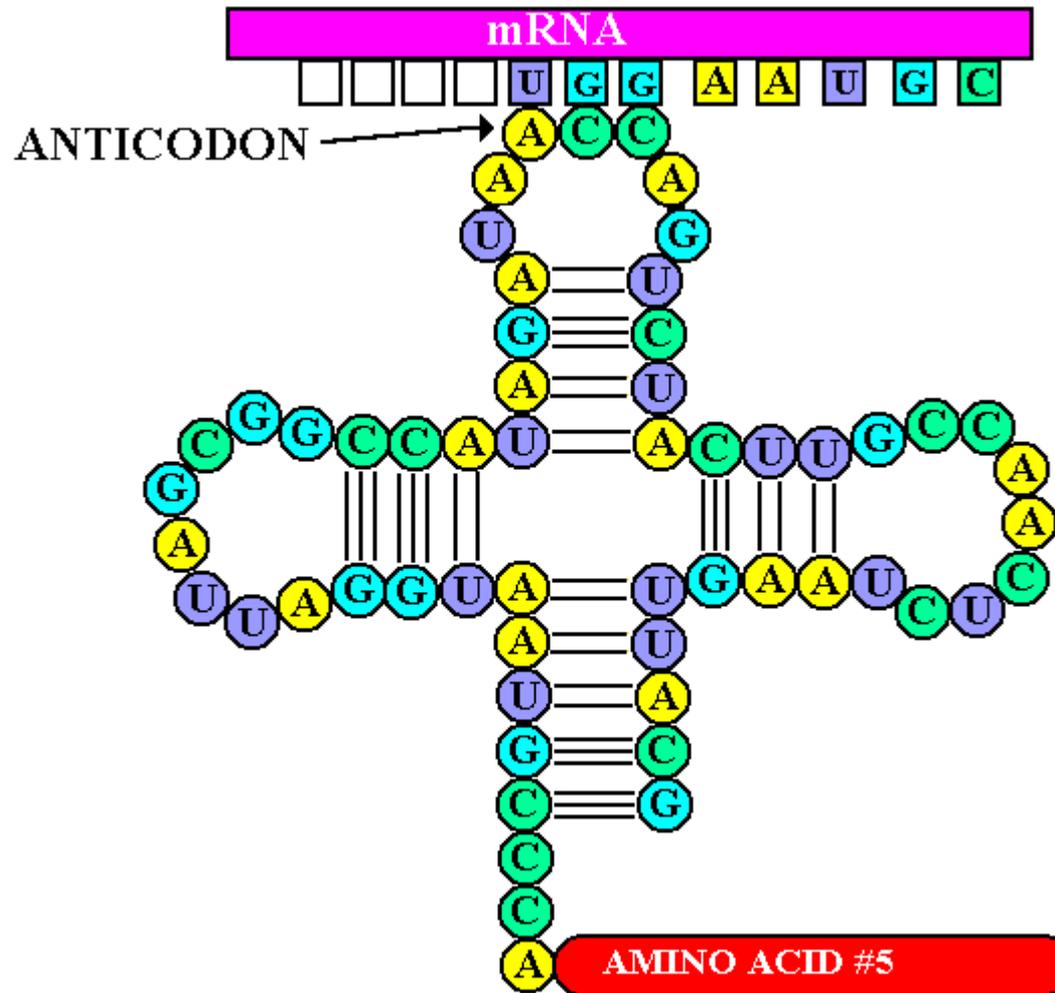
Grupo  
Lateral (R)

# LIGAÇÃO PEPTÍDICA



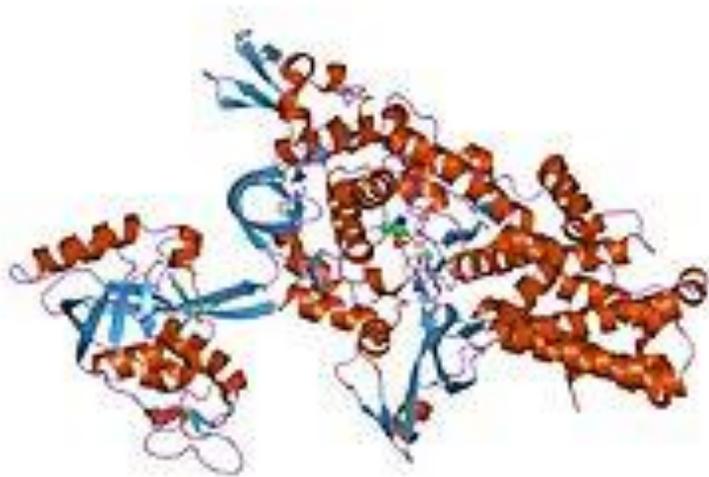
**Proteína - direção d e síntese**

# CÓDON E ANTICÓDON

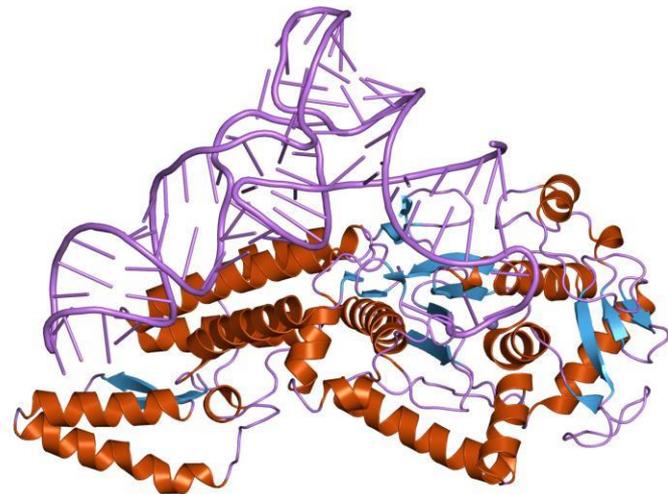


## As aminoacil - tRNA sintetases:

- Para que uma molécula de tRNA se ligue ao aminoácido correto são necessárias 20 enzimas diferentes que reconheçam, especificamente, aminoácidos e seus tRNAs compatíveis.
- Cada enzima liga um aminoácido específico a seu(s) tRNA(s) correspondente(s), sendo capaz de reconhecer diferentes tRNAs para o mesmo aminoácido. Estas enzimas ligam o aminoácido à hidroxila 3' livre da adenosina terminal do tRNA.



*LeuRS*



*ProRS*

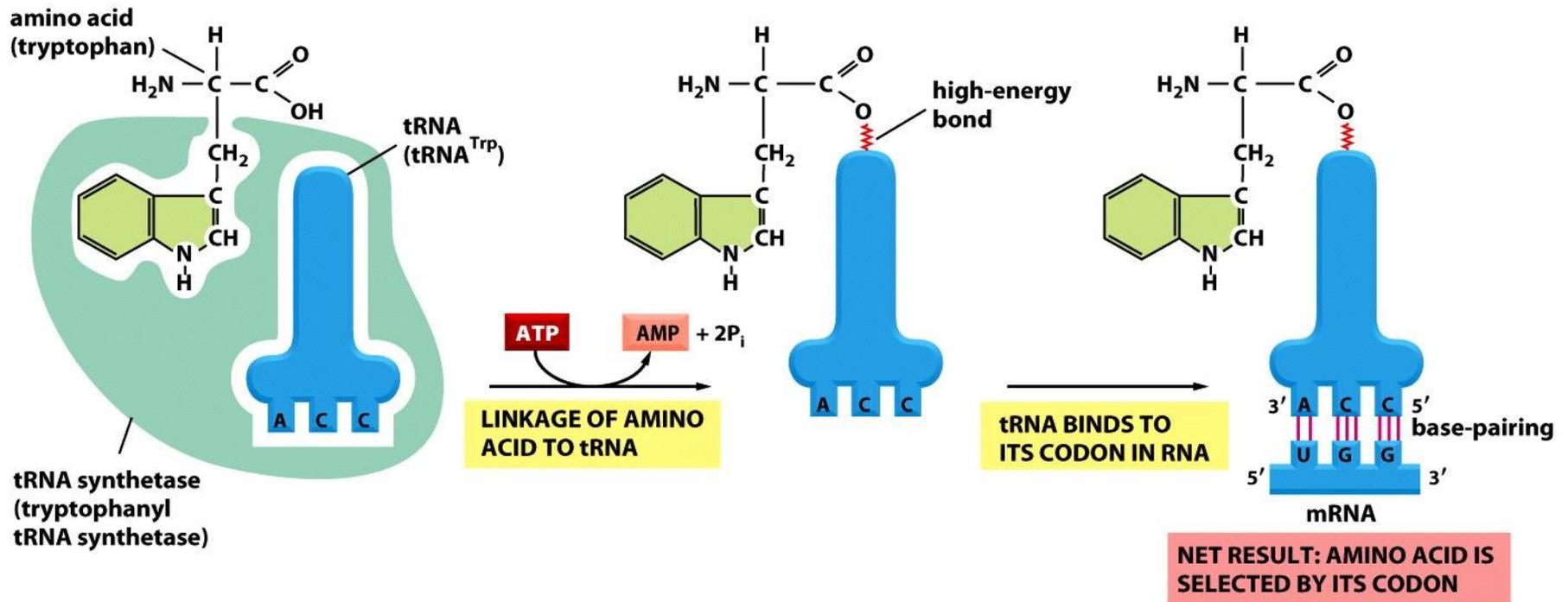


Figure 7-29 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)



# MAS O QUE É CÓDIGO GENÉTICO?



Primeira Posição Extremidade 5'	Segunda Posição				Terceira Posição Extremidade 3'
	U	C	A	G	
U	Fen Fen Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tir Tir FIM FIM	Cis Cis FIM Trp	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met	Trn Trn Trn Trn	Asn Asn Lis Lis	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gli Gli Gli Gli	U C A G

**O CÓDIGO GENÉTICO É REDUNDANTE E DEGENERADO!**

Amino acid	3-Letter code	1-Letter code	Codons
Alanine	Ala	A	GCC, GCU, GCG, GCA
Arginine	Arg	R	CGC, CGG, CGU, CGA, AGA, AGG
Asparagine	Asn	N	AAU, AAC
Aspartic acid	Asp	D	GAU, GAC
Cysteine	Cys	C	UGU, UGC
Glutamic acid	Glu	E	GAA, GAG
Glutamine	Gln	Q	CAA, CAG
Glycine	Gly	G	GGU, GGC, GGA, GGG
Histidine	His	H	CAU, CAC
Isoleucine	Ile	I	AUU, AUC, AUA
Leucine	Leu	L	UUA, UUG, CUA, CUG, CUU, CUC
Lysine	Lys	K	AAA, AAG
Methionine	Met	M	AUG
Phenylalanine	Phe	F	UUC, UUU
Proline	Pro	P	CCU, CCC, CCA, CCG
Serine	Ser	S	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
Threonine	Thr	T	ACU, ACC, ACA, ACG
Tyrosine	Tyr	Y	UAU, UAC
Tryptophan	Trp	W	UGG
Valine	Val	V	GUU, GUC, GUA, GUG
"Stop"	—	—	UAA, UAG, UGA

start codon -iniciador

stop codon -terminador



# SINAIS PARA O INÍCIO DA TRADUÇÃO

PROCARIOTO

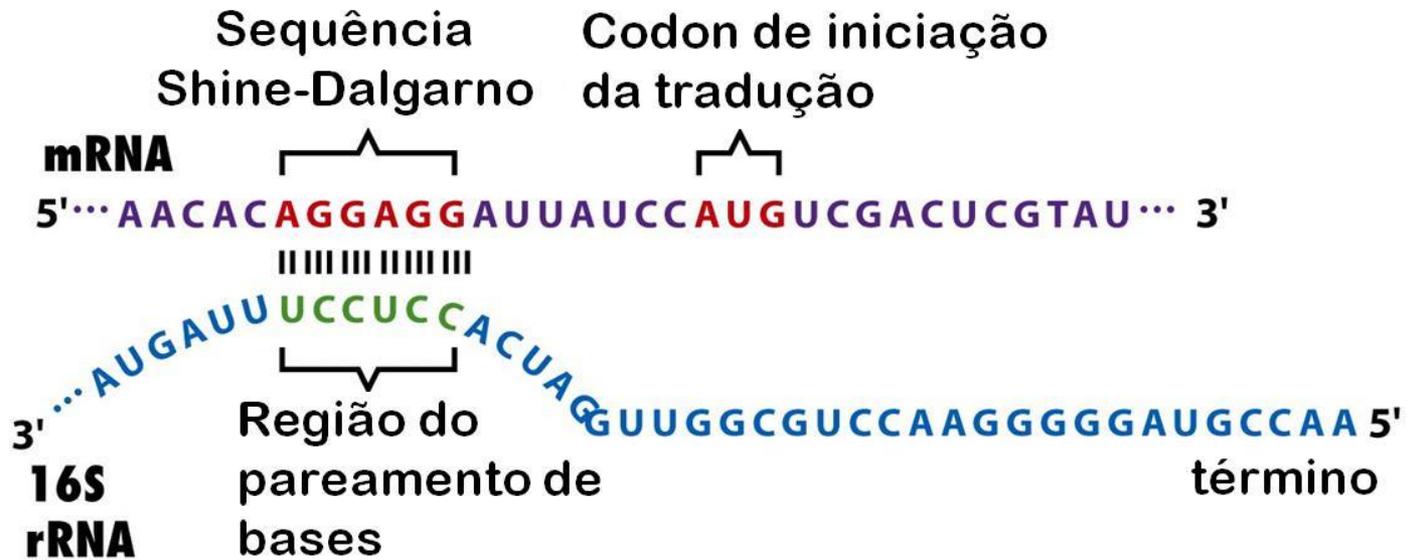


Figure 12-16 Principles of Genetics, 4/e  
© 2006 John Wiley & Sons

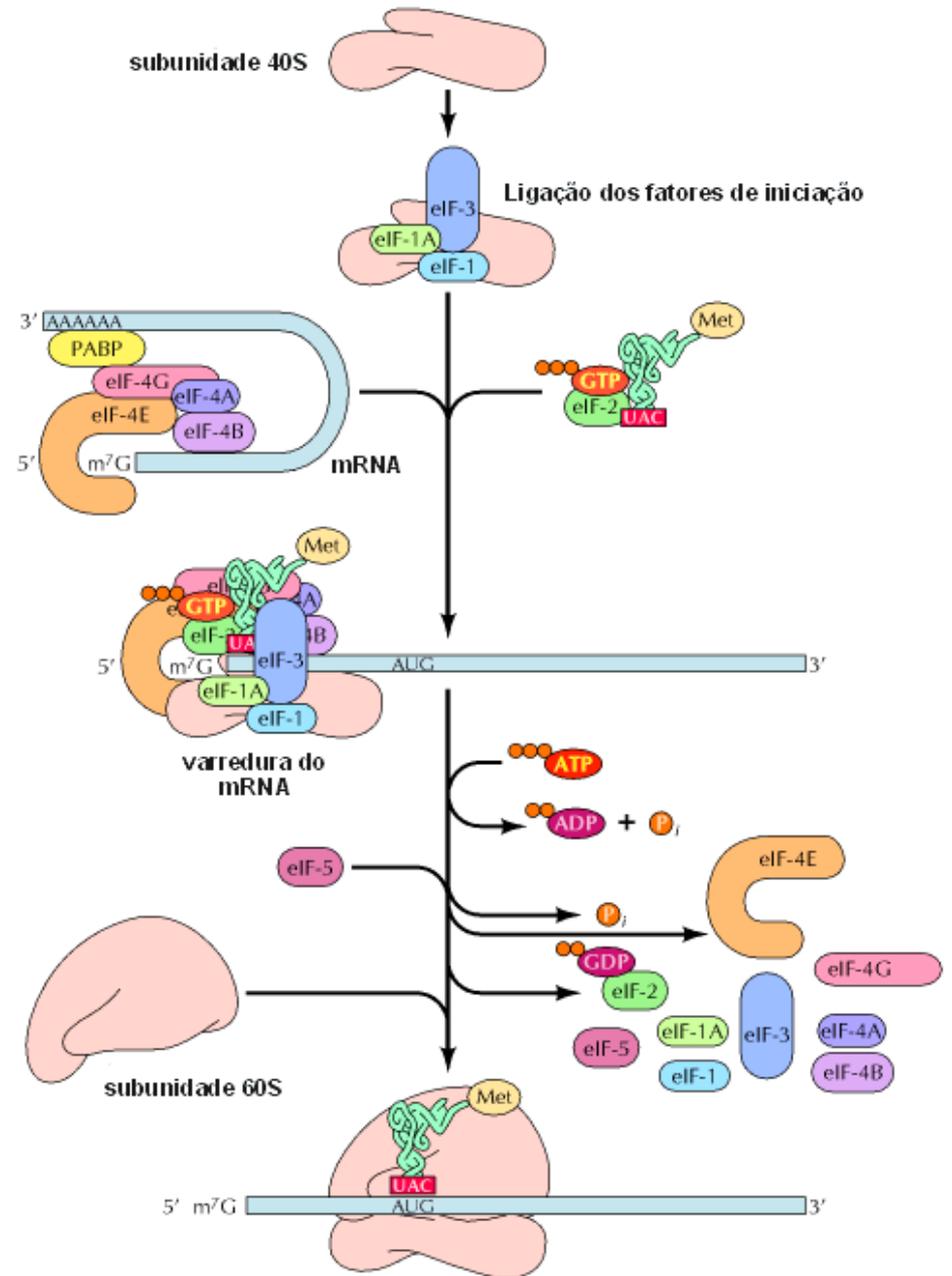
EUCARIOTO

(Sequência de Kozak)

5' - GCC (A ou G) CC **AUGG** - 3'



**Vários  
polipeptideos  
auxiliam o início da  
tradução!**



# START CODON E STOP CODON

Início: códon de iniciação da síntese protéica

– AUG –



METIONINA

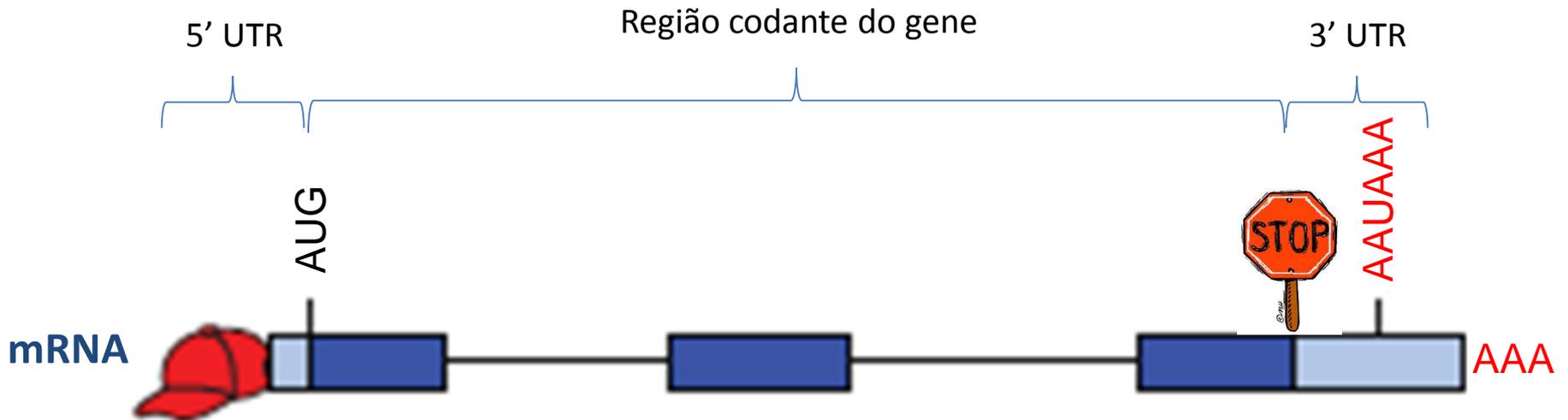
Terminação: três códons terminam a síntese protéica

– UAG – UAA – UGA –



# START CODON E STOP CODON

- ❖ Delimitam a região codante (região que é transcrita e traduzida!)



# TRADUÇÃO: INÍCIO E FIM

TTCATACTTGGTTAAGACCTTTACAAGCCGACCAACGTGGTGAC  
AGTGTCGTCCTTTACGCACCGAATCCCTTTATCATTGAATTAGT  
AGAAGAGCGATACTTAGGACGTCTTCGG**ATG**GAATCTTGGTCCC  
GTTGCCTGGAACGTCTTGAAACTGAATTCCCGCCAGAAGATGTT  
CATACTTGGTTAAGACCTTTACAAGCCGACCAACGTGGTGACAG  
TGTCGTCCTTTACGCACCGAATCCCTTTATCATATTGAATTAGT  
AGAAGAGCGATACTTAGGACGTCTTCGGGAATTGTTATCCTATT  
TCTCAGGAATACGTGAAGTAGTCCTTGCAATTGGCTCACGACCT  
AAAACAACAGAACTACCCGTACCAGTAGACACTACAGGACGTTT  
GTCTTCAACAGTCCCATTTAACGGAAATCTCGACACACACTATA  
ACTT**TGA**TAATTTTGTGAGGGACGAAGCAATCAACTCGCTCGT  
GCTGCAGCTTGGCAAGCGGCACAGAAACCGGGAGACCGTACTCA  
CAACCCTCTATTGCTCTATGGTGGGACTGGTTTGGGTAAAACCC  
ATTTAATGTTTGCTGCAGGTAACGTAATGCGGCAAGTAAACCCA  
ACTTATAAAGTAATGTATCTTCGTTCGGAACAGTTTTTTCAGCGC  
CATGATAAGAGCGTACAAGATAAAAAGTATGGATCATAAGGGTAA

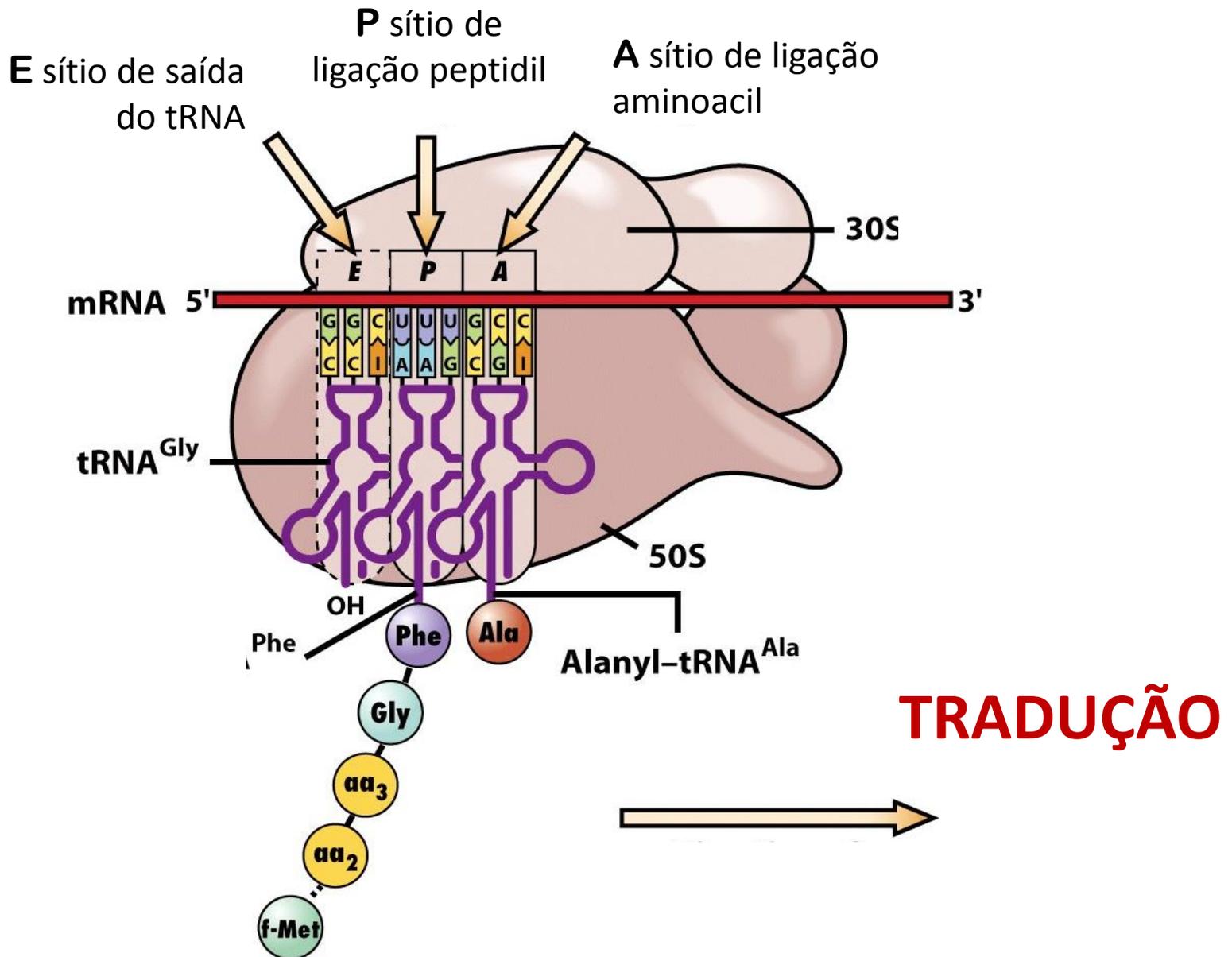
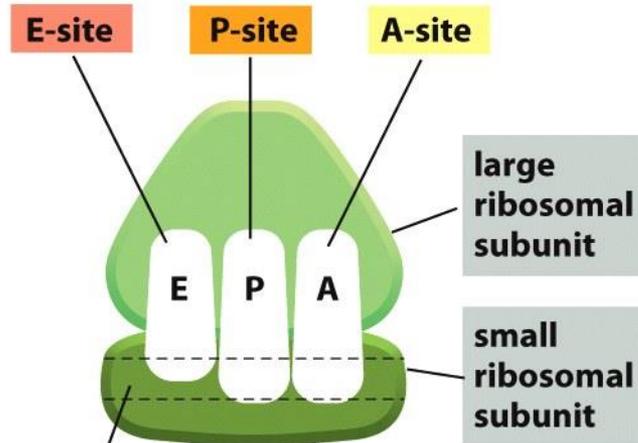
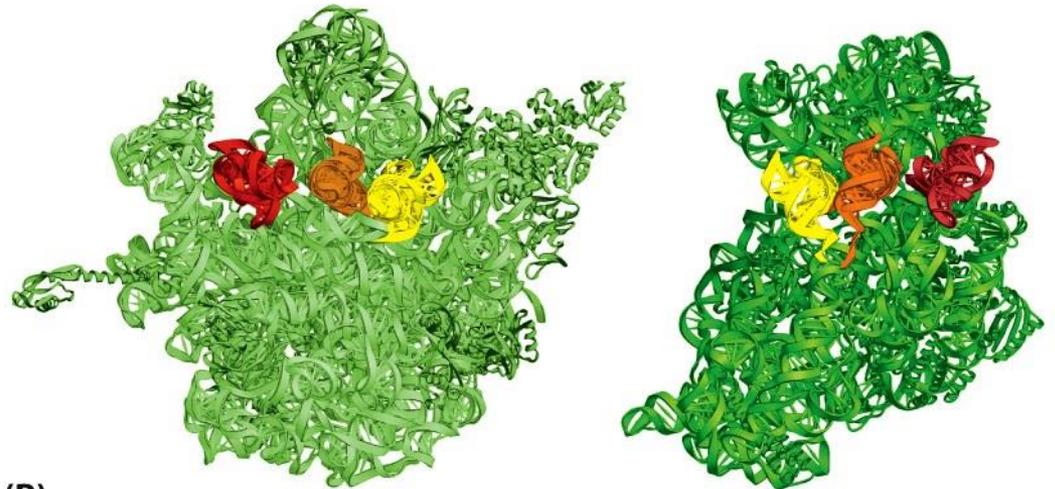
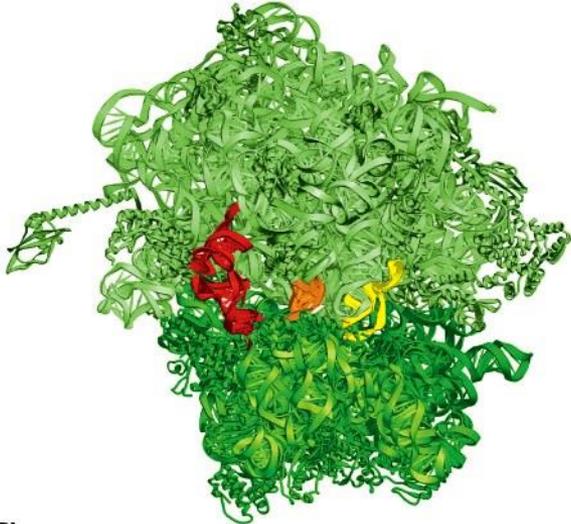
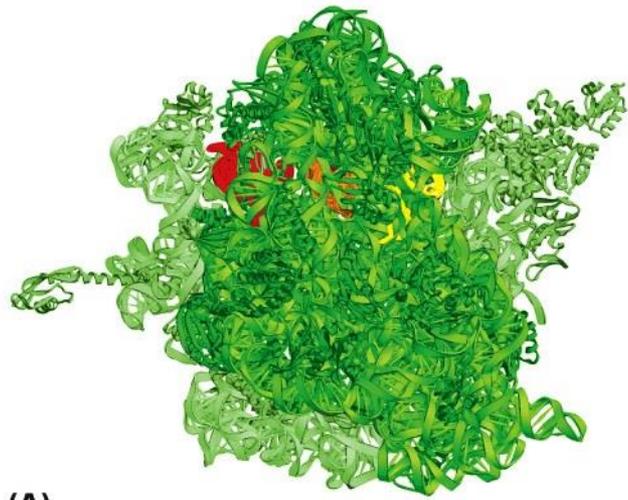


Figure 12-14a Principles of Genetics, 4/e  
 © 2006 John Wiley & Sons



(D)

Figure 7-32 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

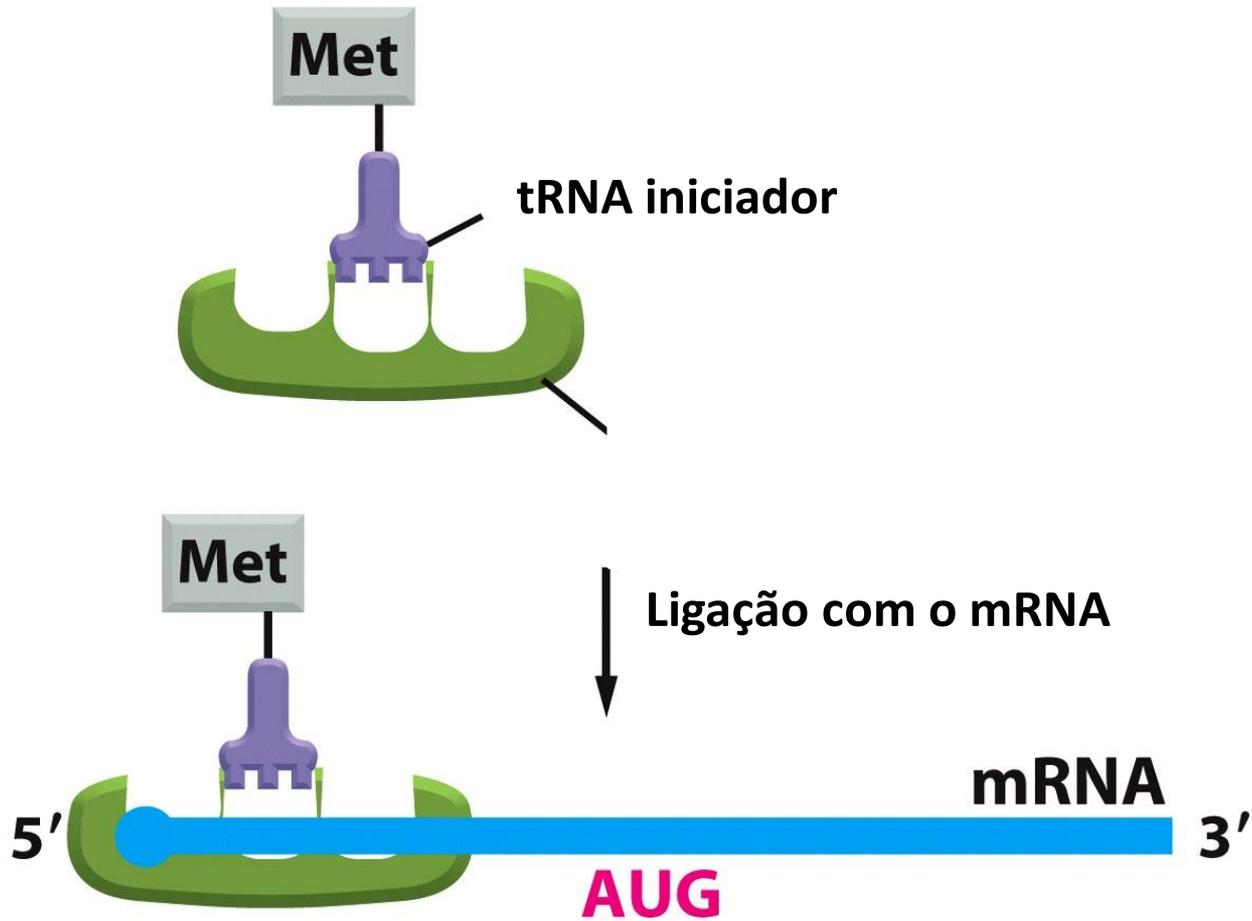


Figure 7-35 part 1 of 5 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

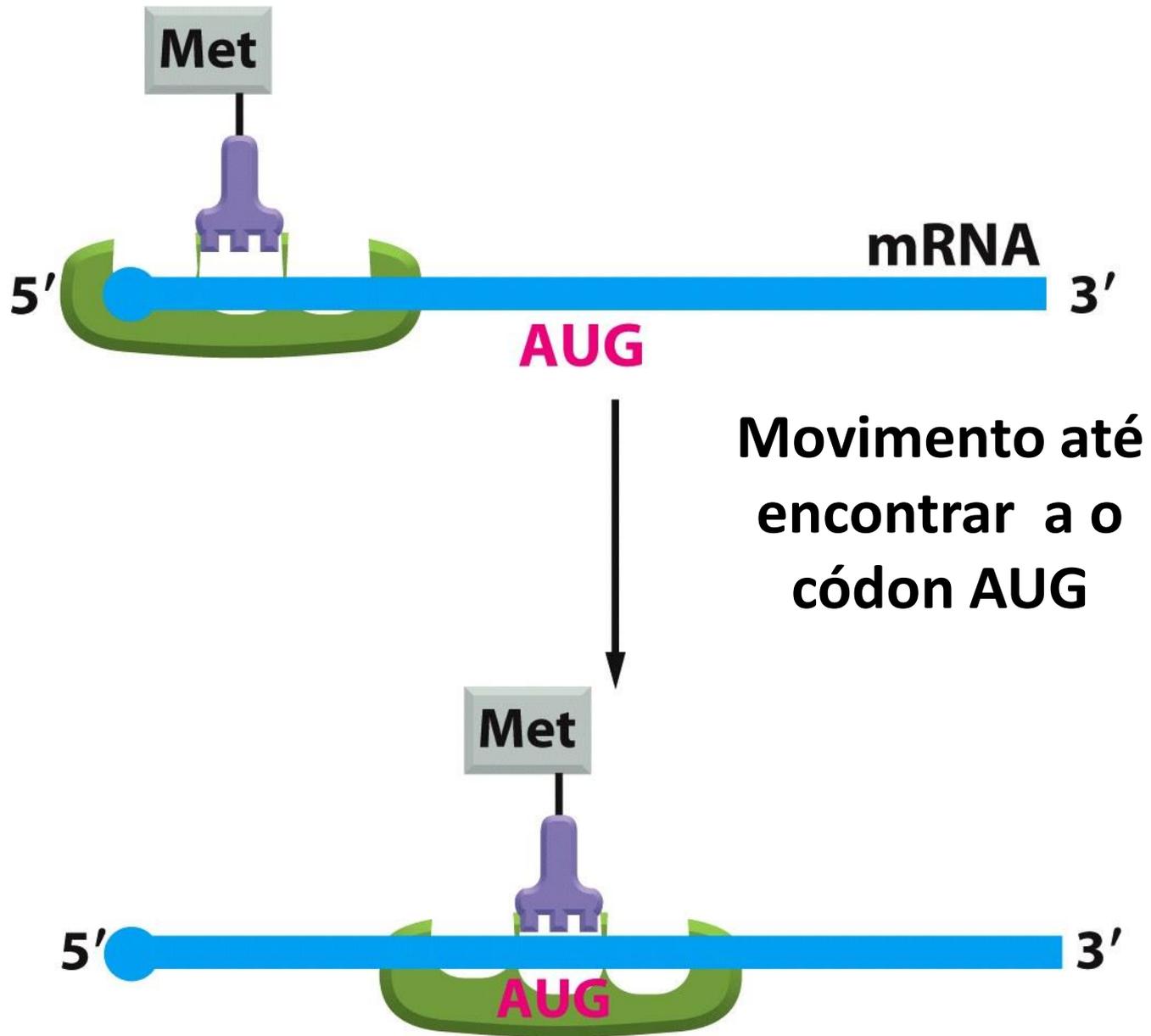


Figure 7-35 part 2 of 5 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

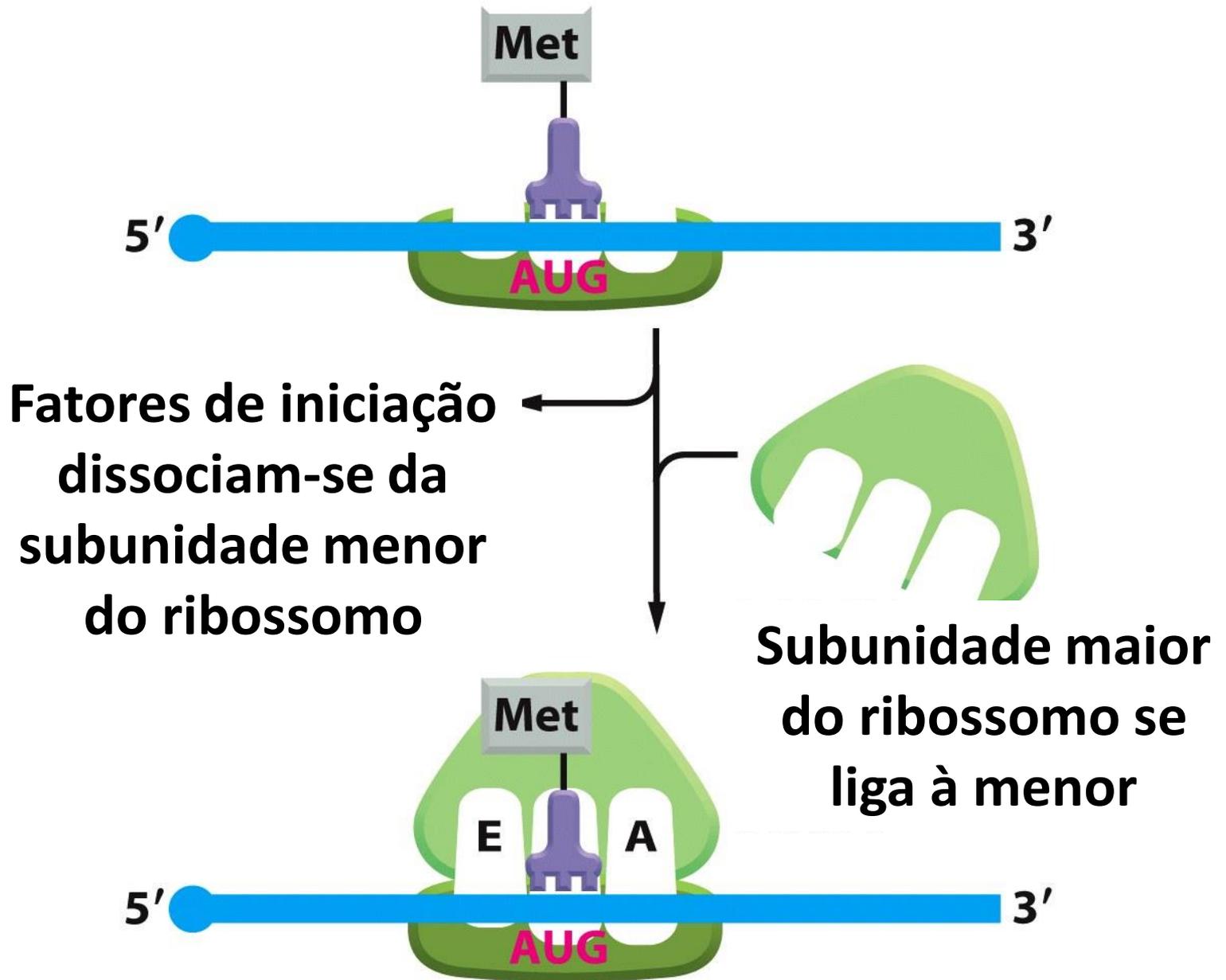


Figure 7-35 part 3 of 5 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

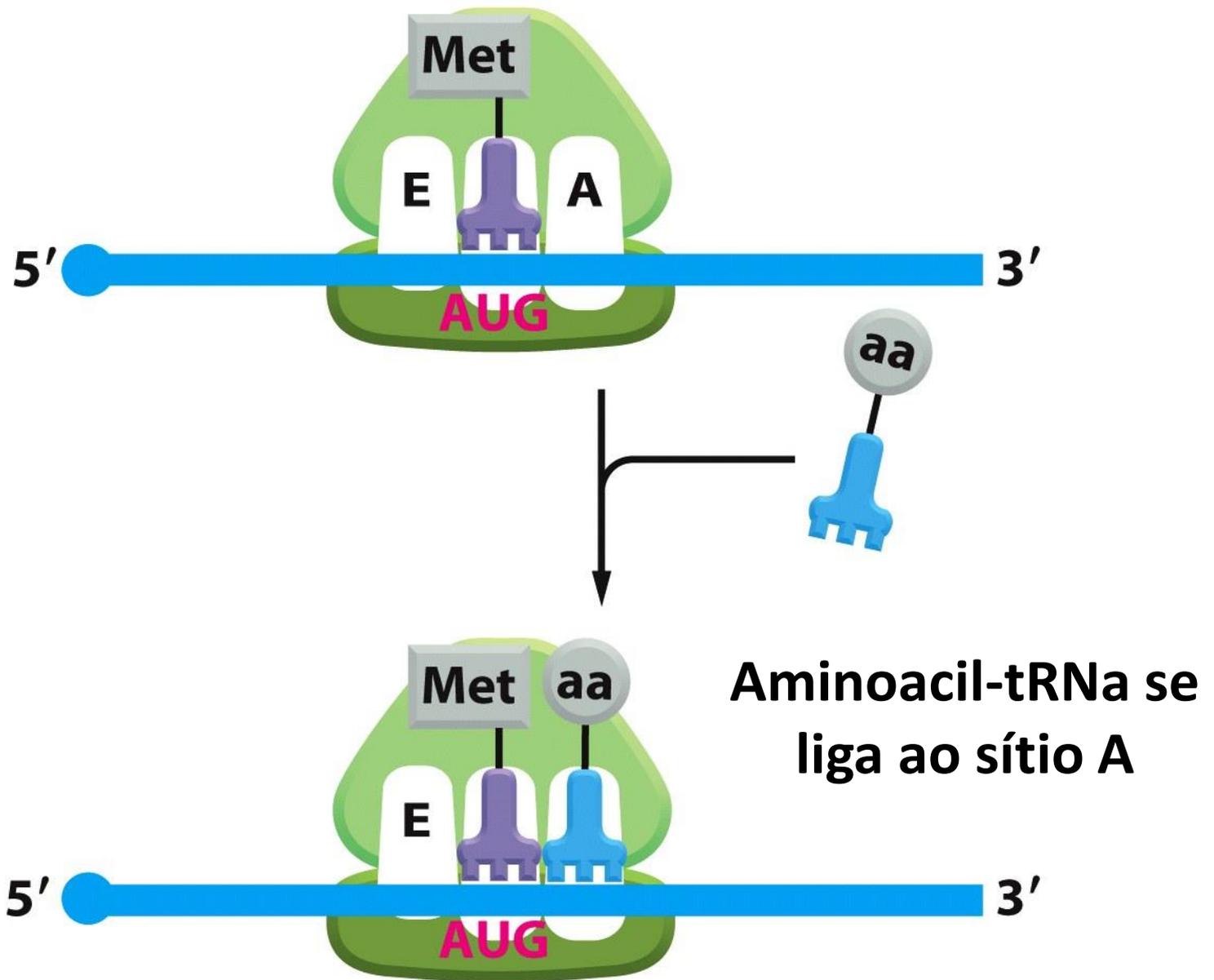


Figure 7-35 part 4 of 5 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

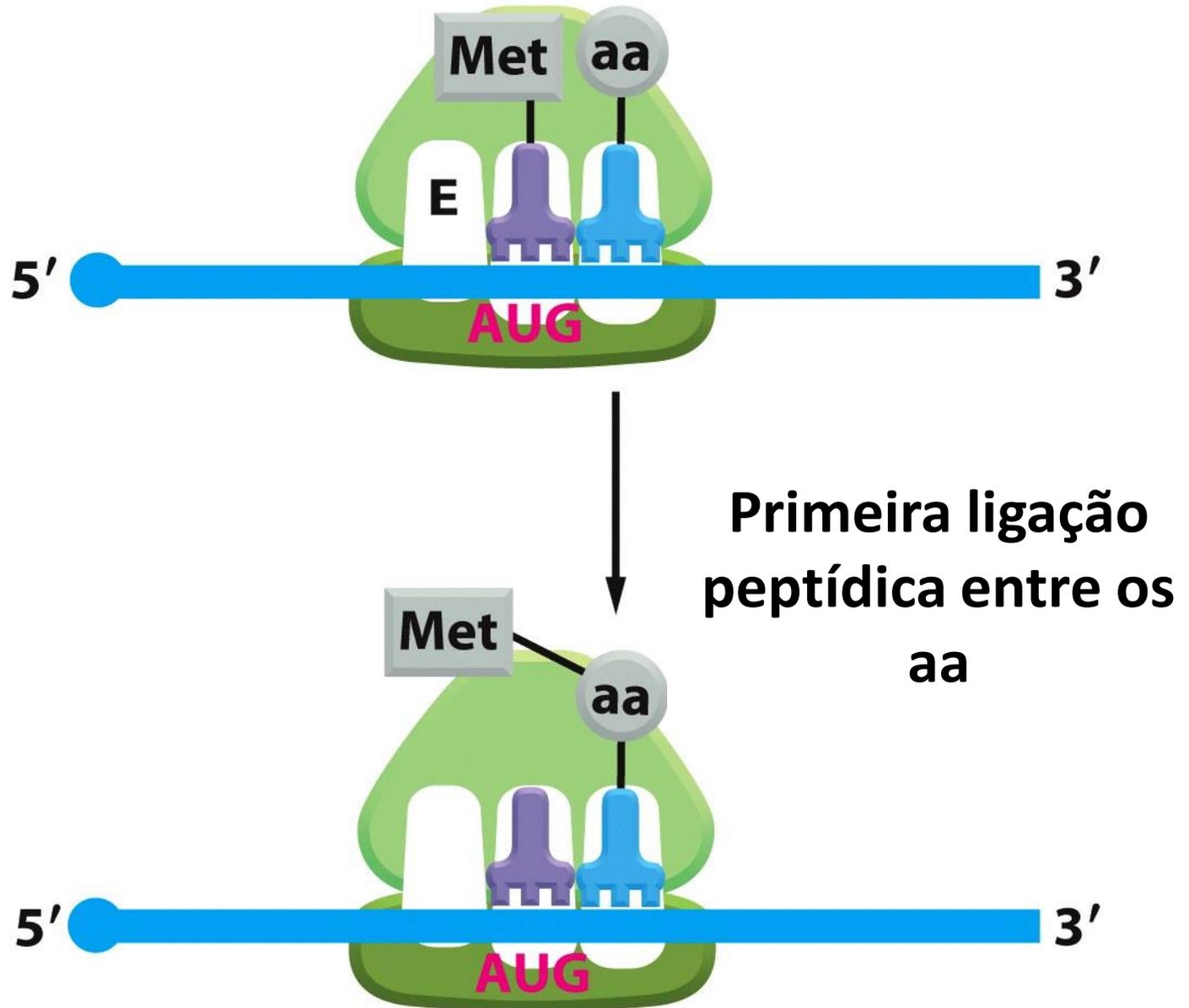
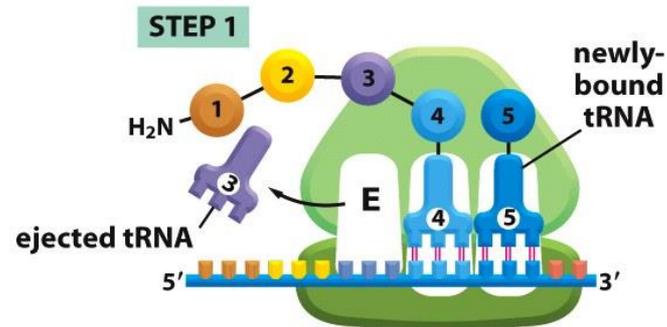
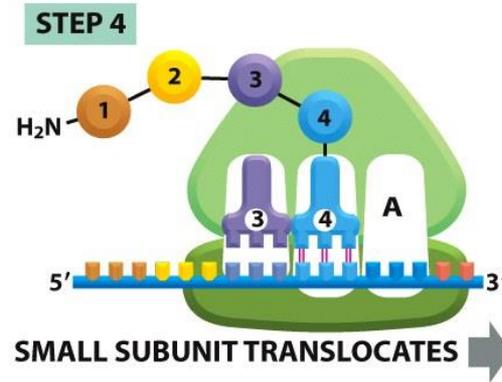
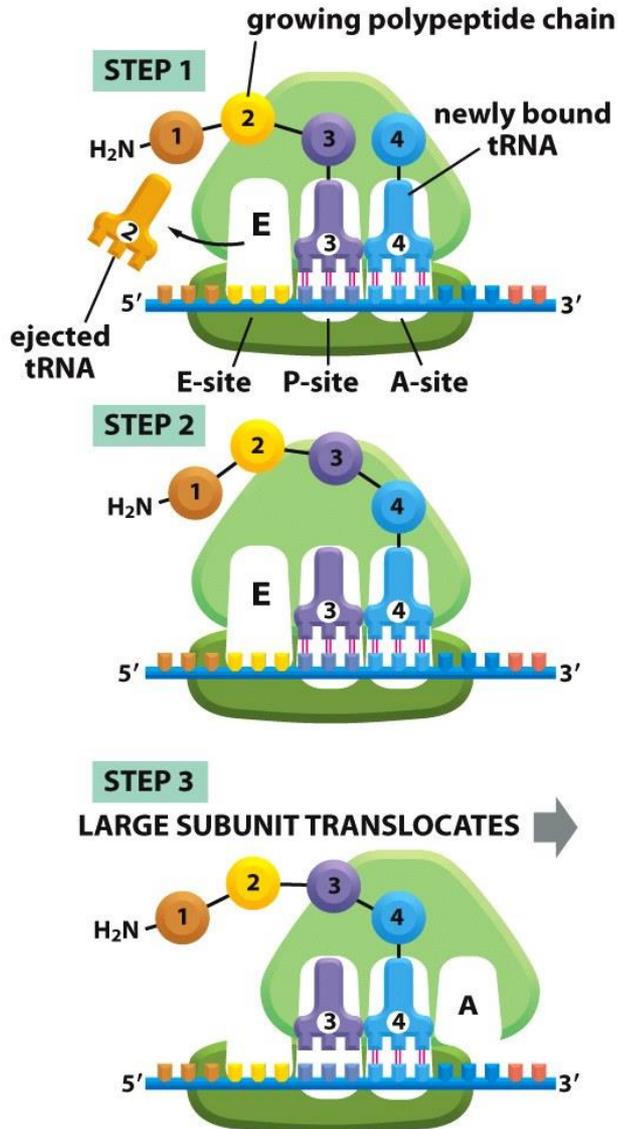


Figure 7-35 part 5 of 5 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

# E continuadamente...



Vários fatores controlam a continuação da tradução!

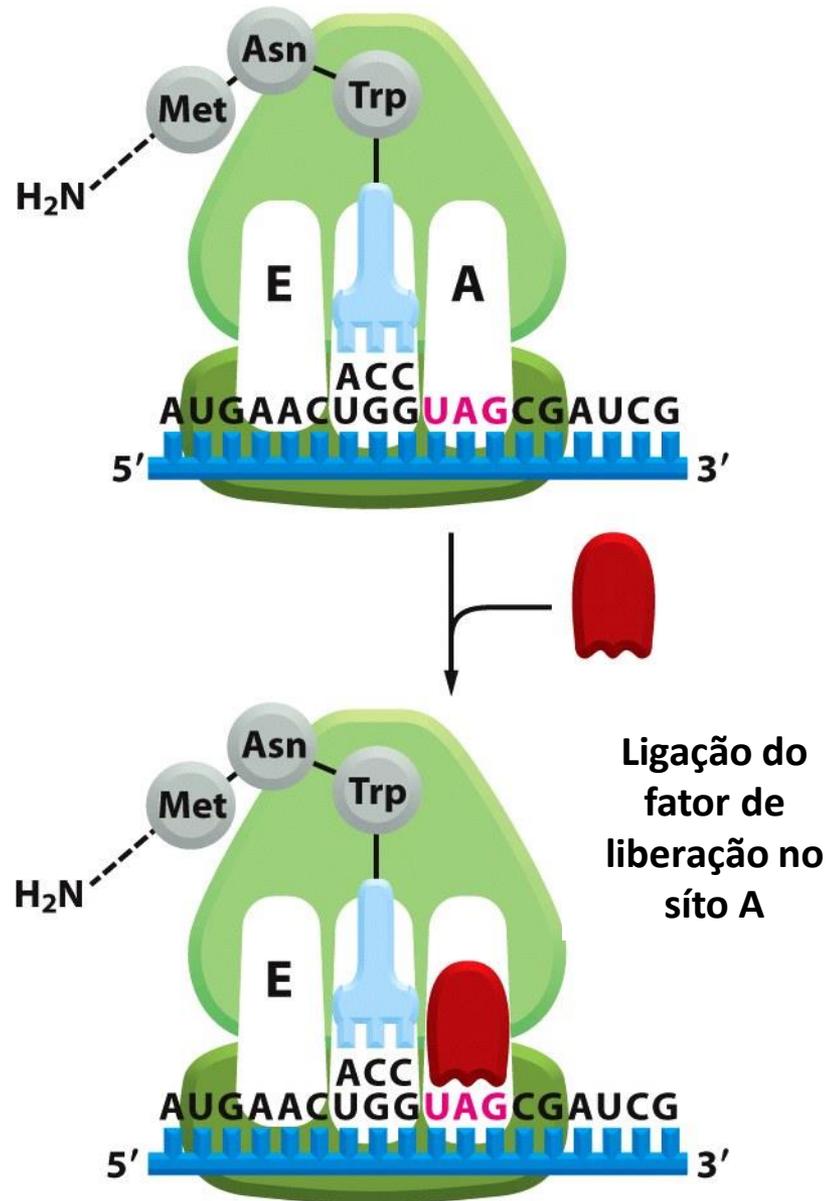
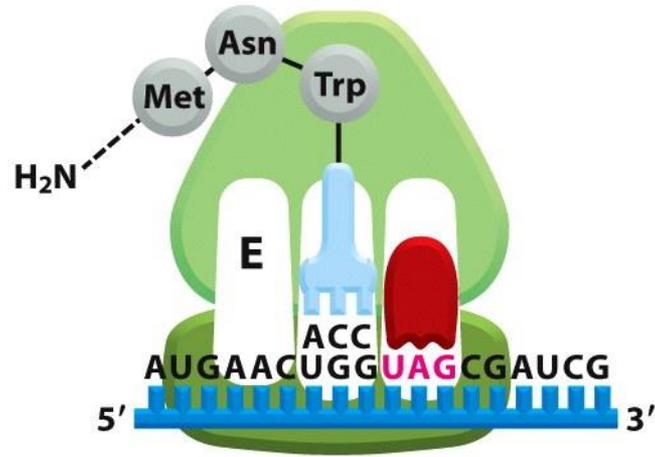


Figure 7-37 part 1 of 3 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)



## Terminação

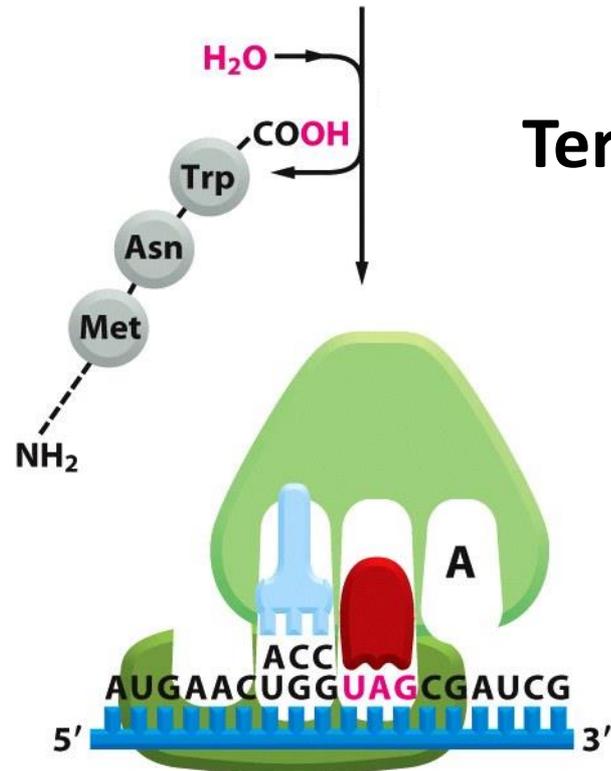


Figure 7-37 part 2 of 3 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

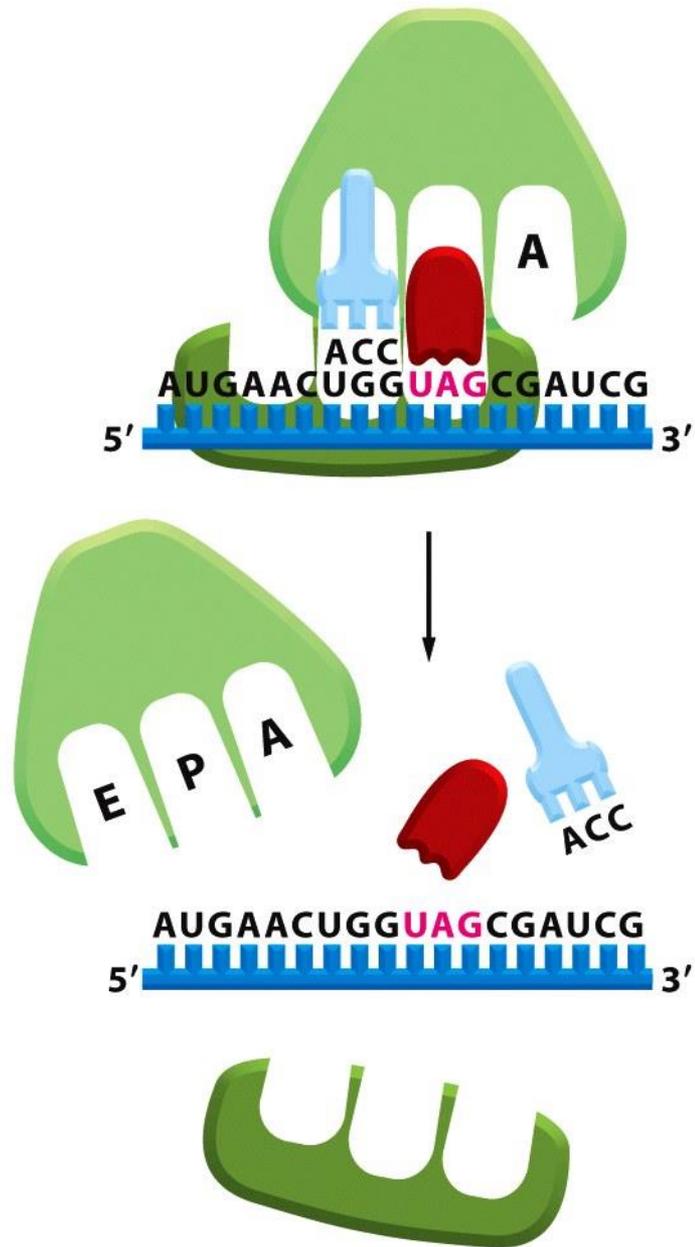
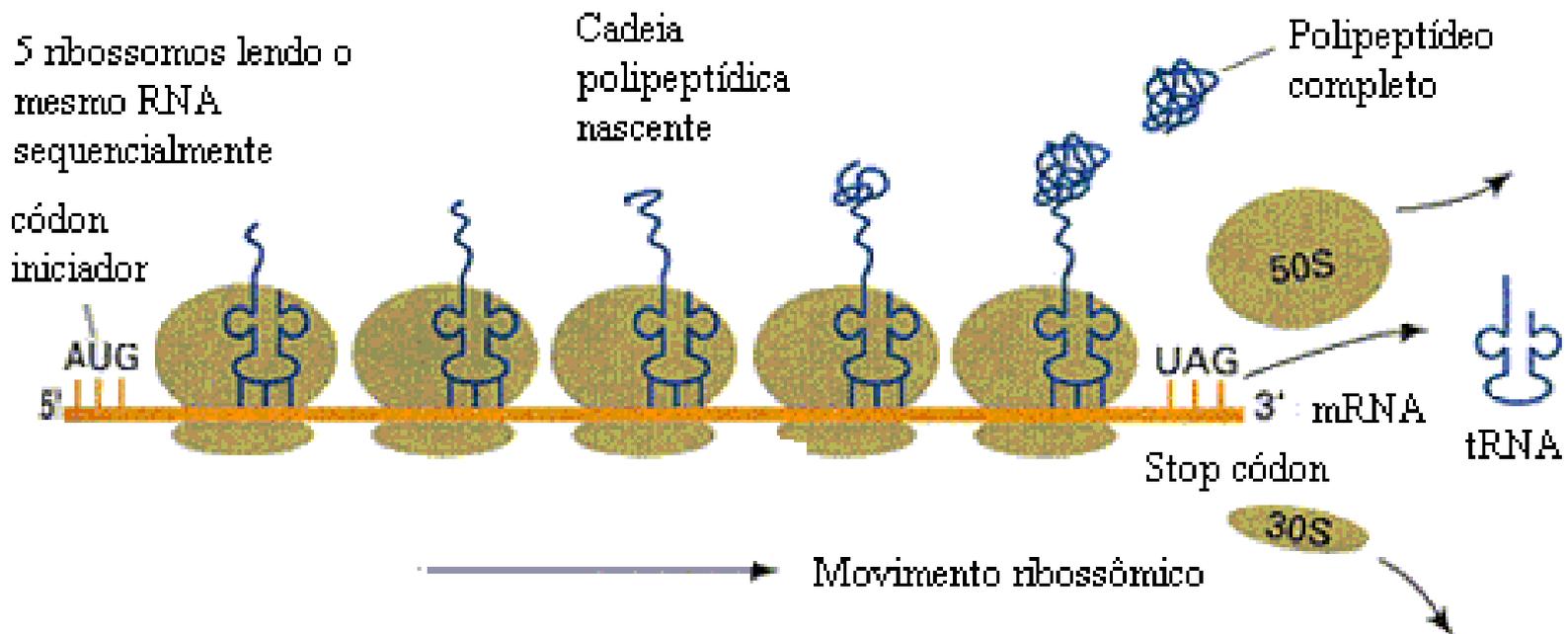
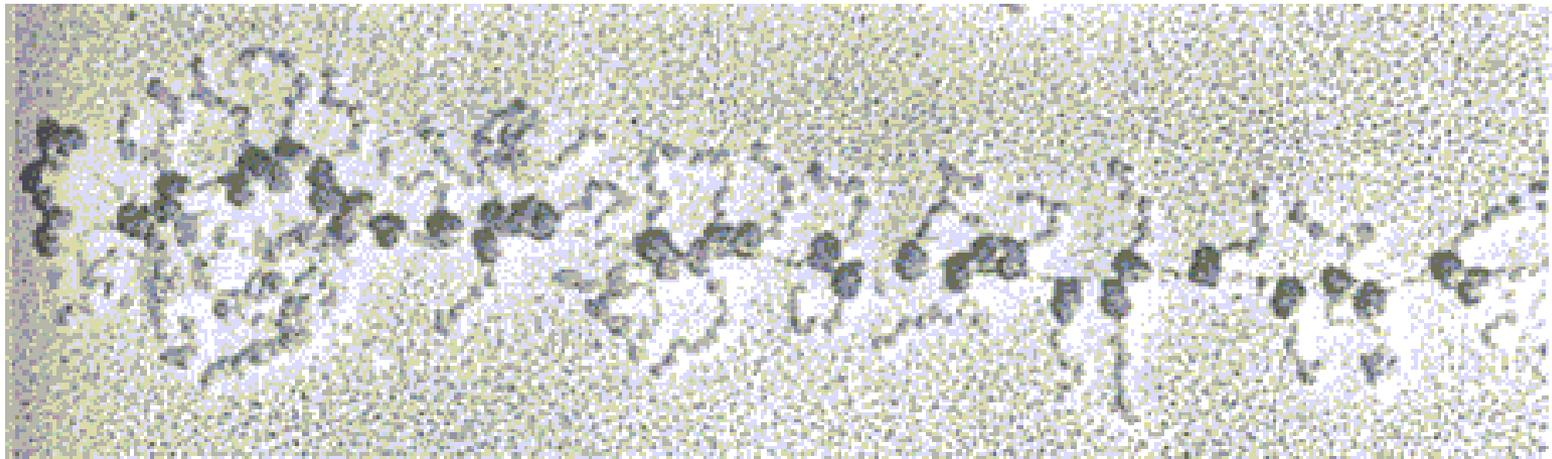
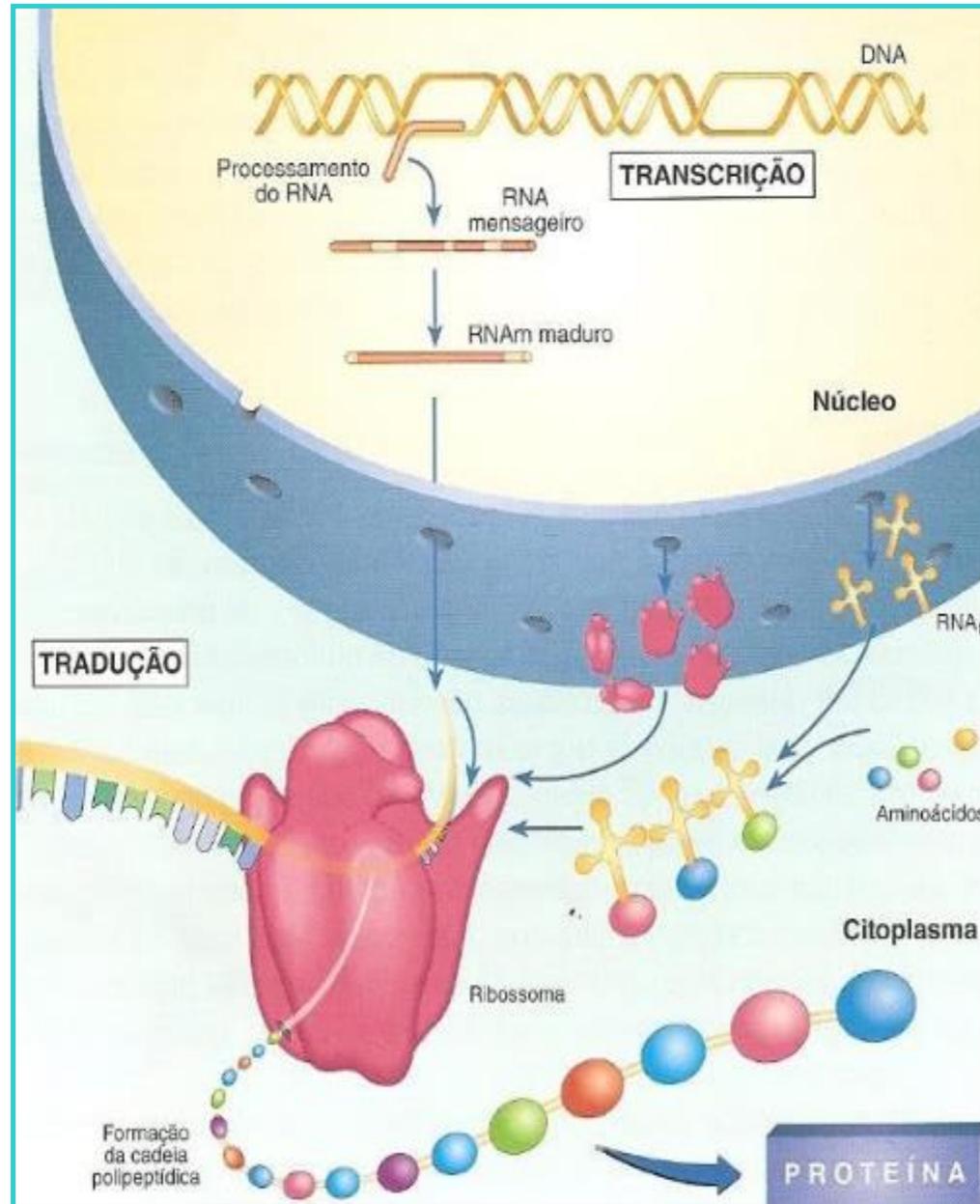


Figure 7-37 part 3 of 3 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

# Um único mRNA é traduzido por vários ribossomos !!



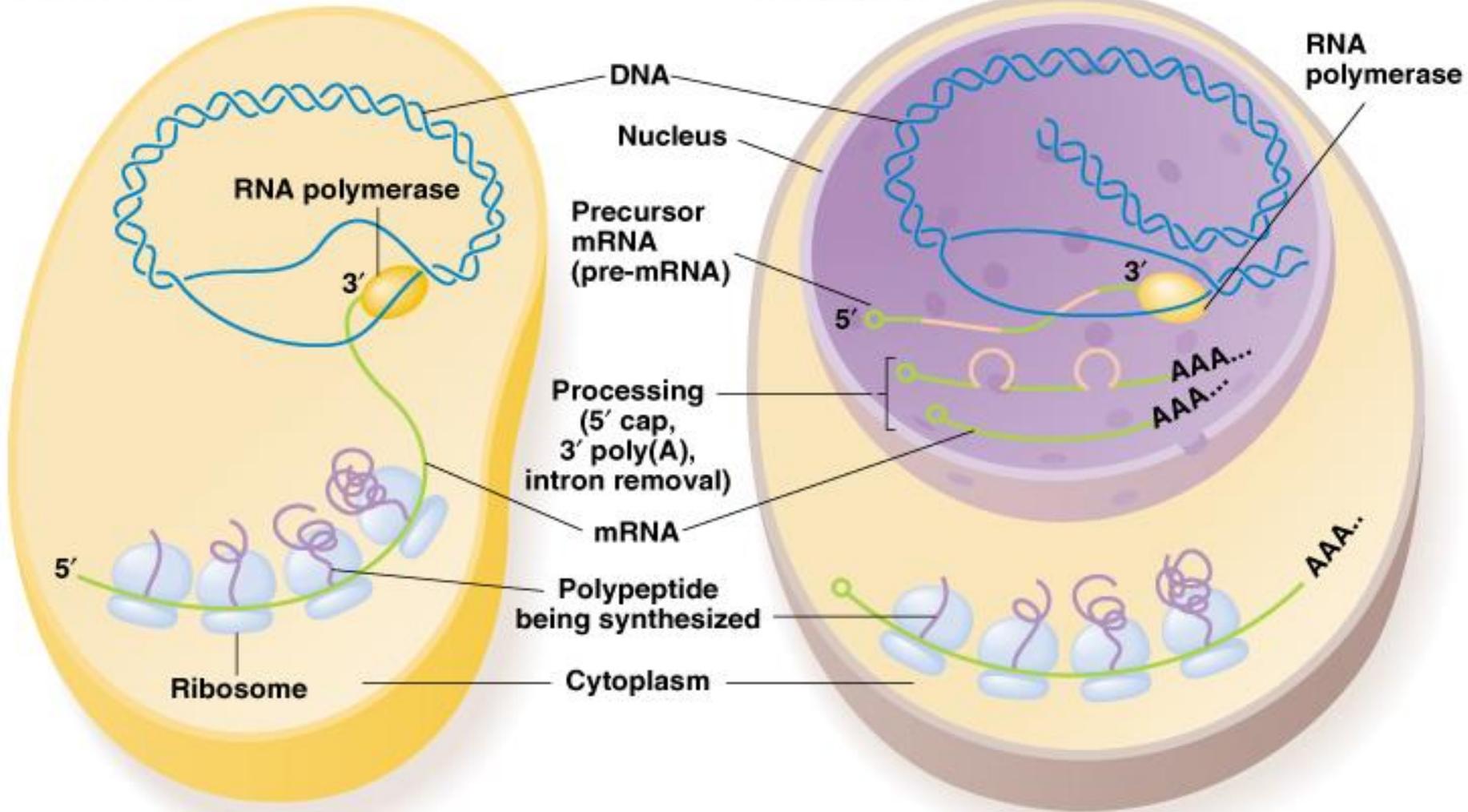
# TRADUÇÃO EM EUCARIOTOS



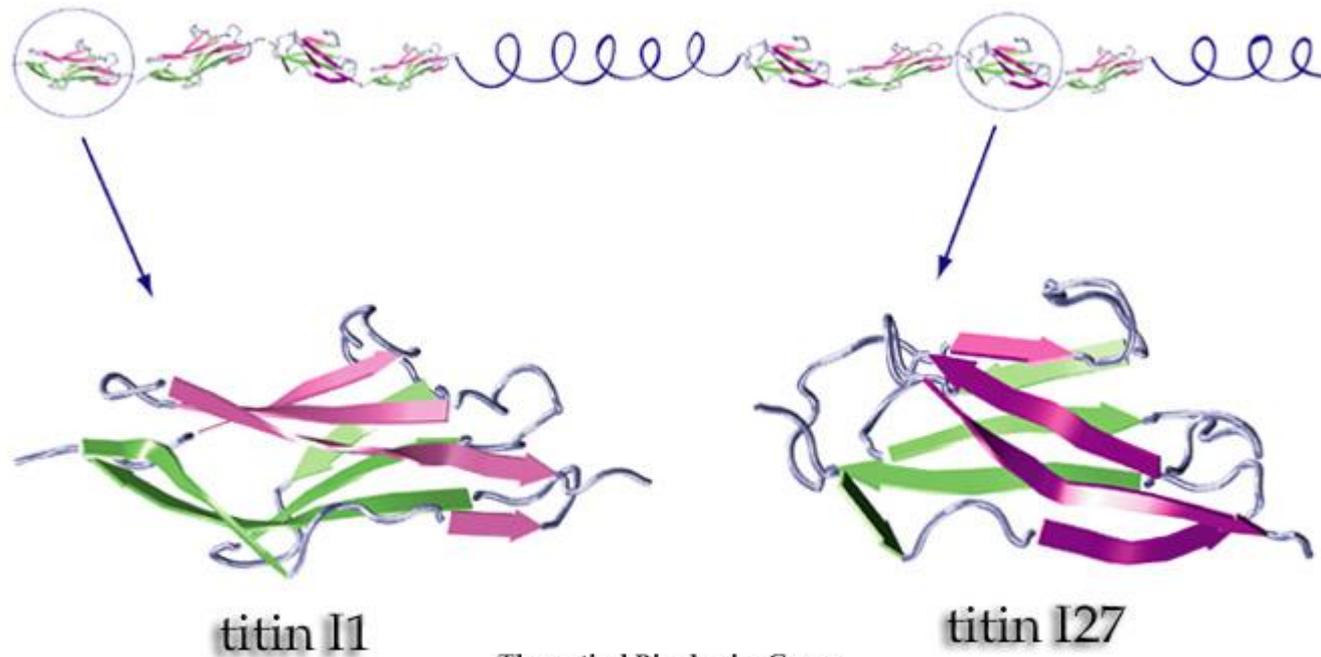
# VISÃO GERAL

a) Prokaryote

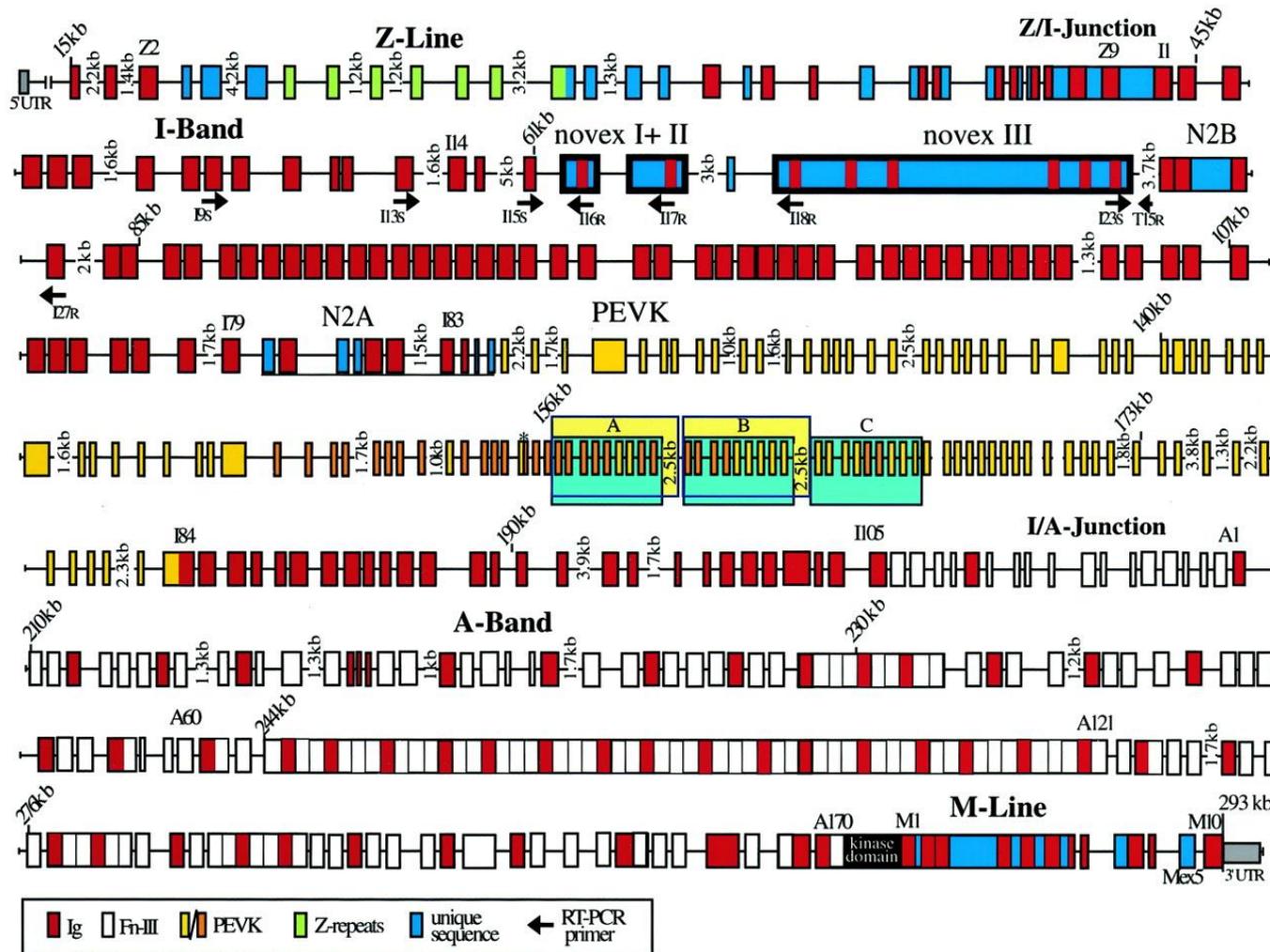
b) Eukaryote



A proteína gigante do músculo titin contém 38 138 resíduos de aminoácidos (contém 363 exons) que tem um papel importante na contração e elasticidade dos músculos.

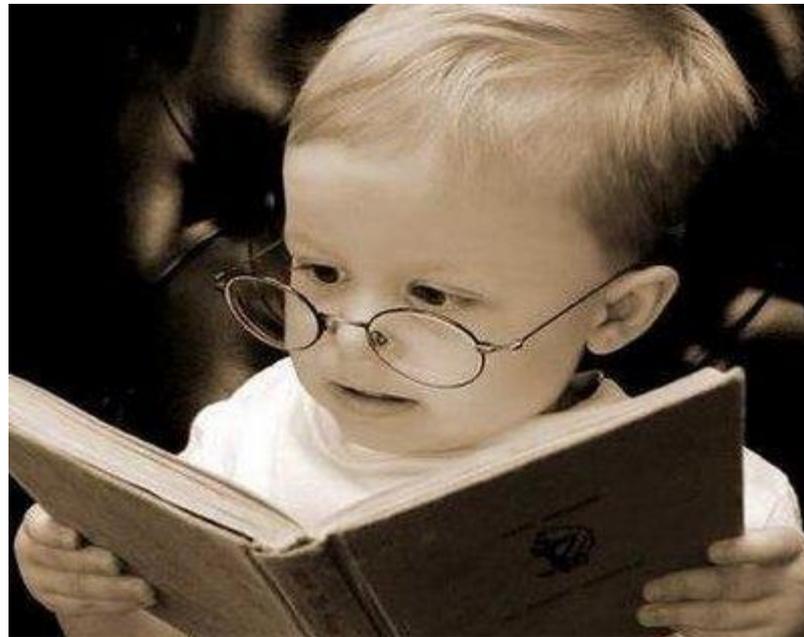


# Estrutura de exon-intron do gene titin (293 kb)

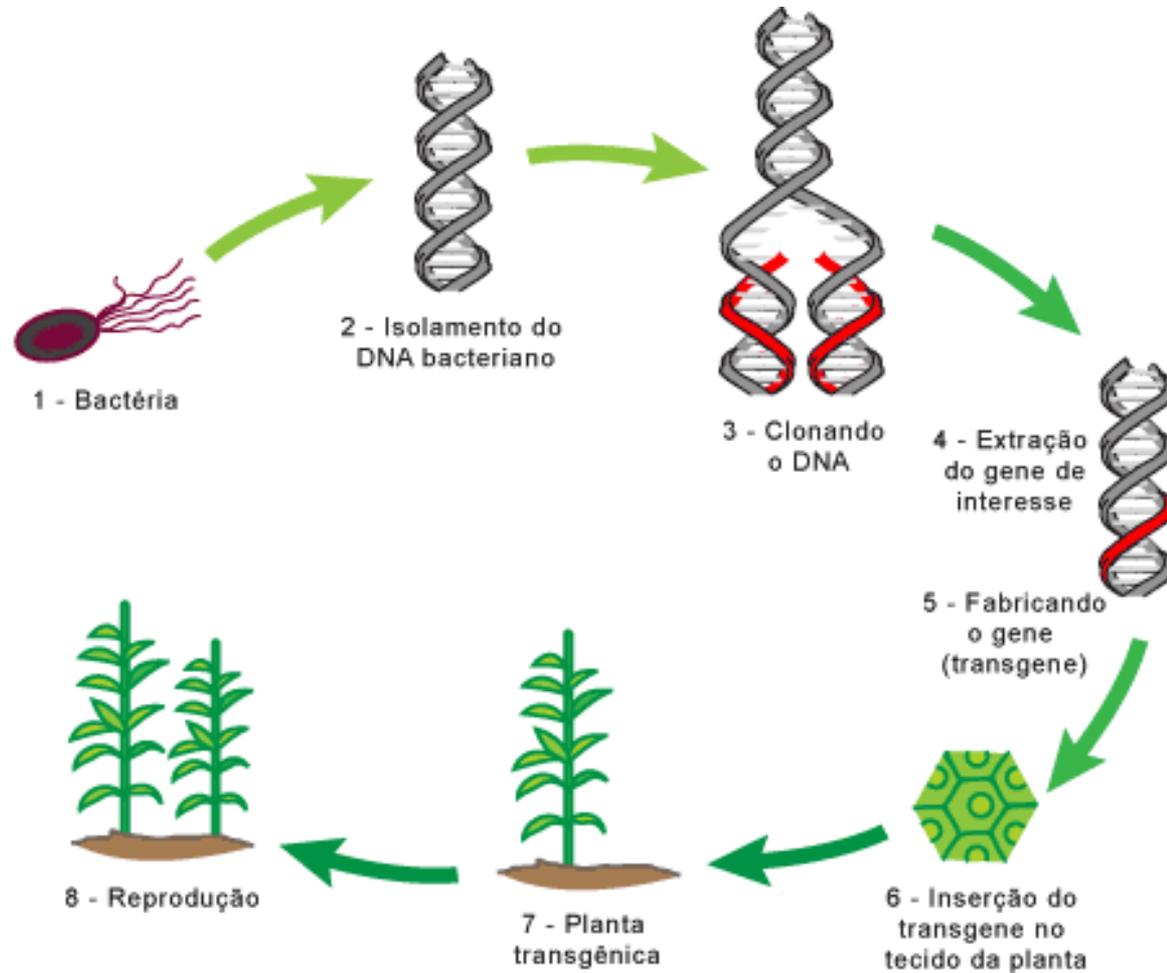


Bang, M.-L. et al. Circ Res 2001;89:1065-1072

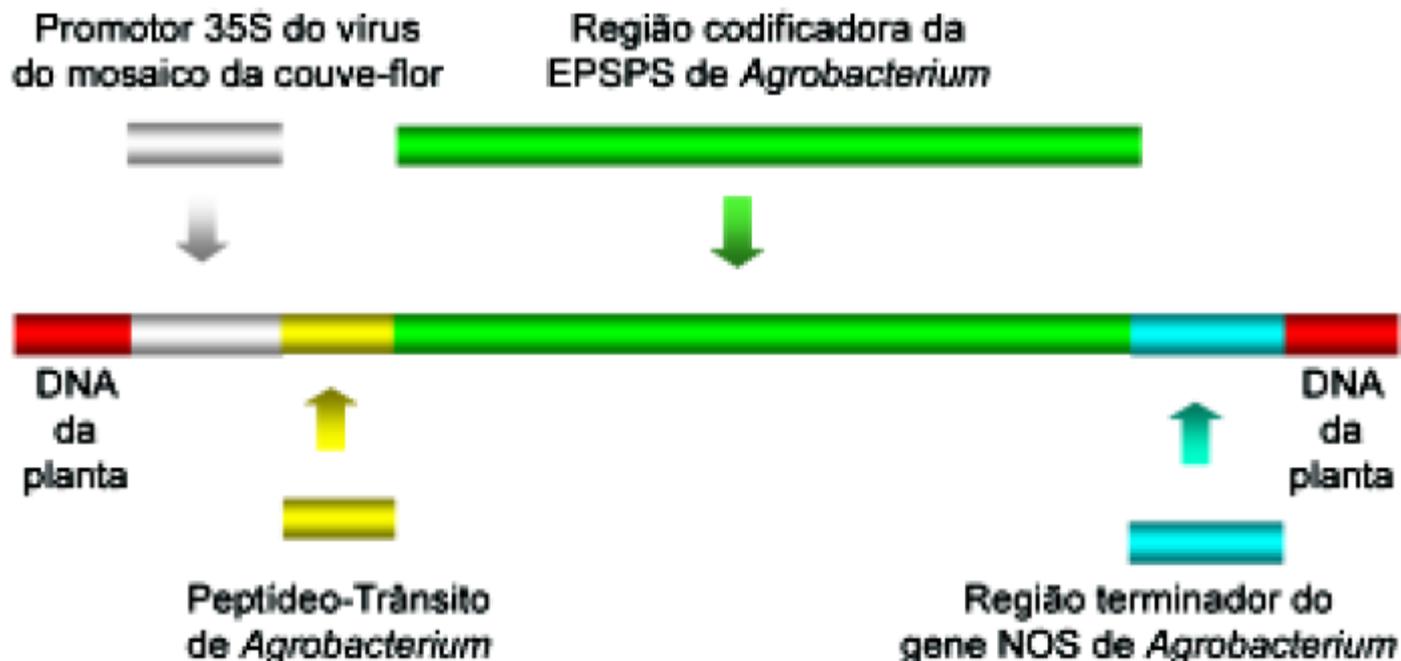
# APLICANDO O CONHECIMENTO..



# OBTENÇÃO DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS



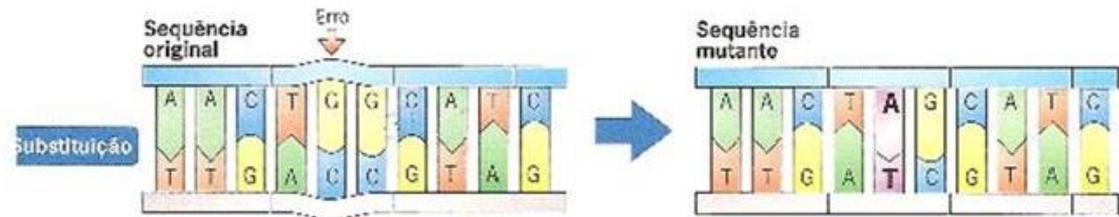
# CONSTRUÇÃO PRESENTE NA SOJA RR<sup>®</sup>



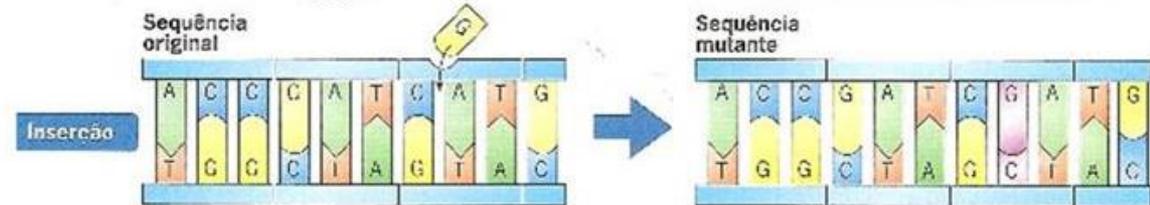
**Figura 1** - Representação da construção presente na soja RR<sup>®</sup> (*Roundup Ready*). Região promotora 35S do vírus do mosaico da couve flor, peptídeo de trânsito de *Petúnia*, gene que codifica a proteína EPSPS, que confere a resistência ao herbicida, e o terminador do gene da nopalina sintase (NOS).

# Alterações no DNA e as consequências nas proteínas...

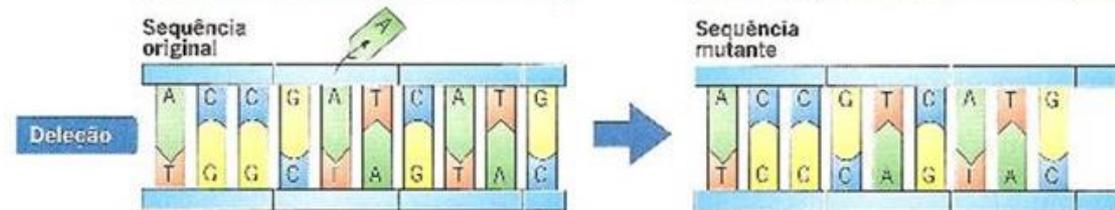
## ▪ Substituição



## ▪ Adição



## ▪ Deleção



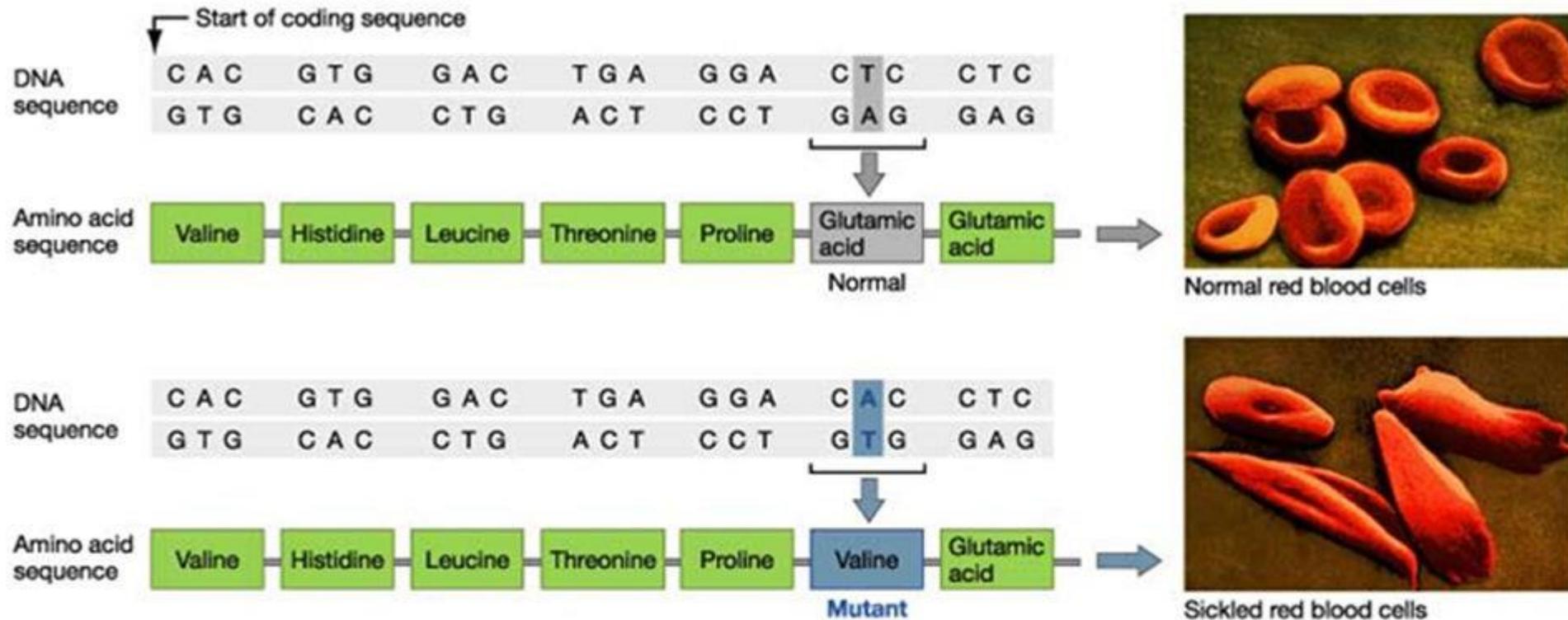
**Mutação Silenciosa:** e acordo com o código genético, um certo aminoácido pode ser determinado por mais de um códon; algumas mutações, portanto, não alteram a seqüência de aminoácidos produzida pelo gene modificado e sua função permanece a mesma.

**Mutação com alteração ou perda de sentido:** Existem mutações que alteram a proteína, pois causam a substituição de um aminoácido na proteína em formação. As conseqüências podem ser graves, alterando completamente a forma espacial e a função da proteína

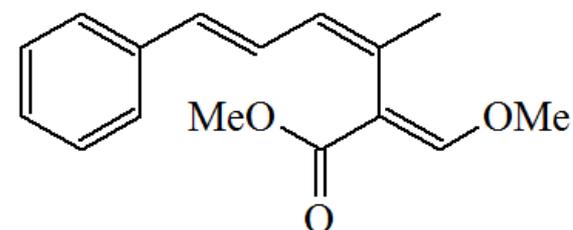
**Neutras:** há casos em que mutações na seqüência de nucleotídeos e de aminoácidos não resultam na perda ou alteração da função da proteína. Certas regiões de uma molécula podem não ser essenciais ao seu funcionamento.

**Sem sentido:** é uma mutação que gera um dos três códons de parada (UAA, UAG, UGA).

# Um clássico exemplo...



The change in amino acid sequence causes hemoglobin molecules to crystallize when oxygen levels in the blood are low. As a result, red blood cells sickle and get stuck in small blood vessels.



## Mechanisms of resistance to Qol fungicides in phytopathogenic fungi

Dolores Fernández-Ortuño,<sup>1</sup> Juan A. Torés,<sup>1</sup> Antonio de Vicente,<sup>2</sup>  
Alejandro Pérez-García<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Experimental Station "La Mayora", CSIC, Algarrobo-Costa, Malaga, Spain. <sup>2</sup>Group of Microbiology and Plant Pathology (associate unit to CSIC), Department of Microbiology, University of Malaga, Malaga, Spain

Received 19 November 2007 · Accepted 25 February 2008

Glicina – Alanina (posição 143)  
Fenilalanina – Leucina (posição 129)  
Glicina – Arginine (posição 137)



# VISUALIZANDO O PROCESSO...

[http://www.biostudio.com/demo\\_freeman\\_protein\\_synthesis.htm](http://www.biostudio.com/demo_freeman_protein_synthesis.htm)

<http://www.youtube.com/watch?v=DcCnmPeutP4>



# ESTUDO DIRIGIDO

1. Processamento do RNA mensageiro em eucariotos;
2. Componentes da tradução;
3. Características gerais da tradução;
4. Código genético.

## **Capítulo 7 – Do DNA a proteína: como as células leem o genoma (páginas 246- 267)**

Alberts, B.; Bray, D.; Hopkin, K.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. 2011. ***Fundamentos da Biologia Celular***. 3ª Edição brasileira. Artmed, Porto Alegre