

Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# GENÉTICA MOLECULAR

Daniel Macedo de Melo Jorge

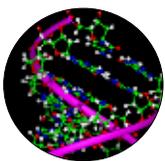
danielmacedo.jorge@gmail.com

Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# SUMÁRIO

- História da Genética Molecular;
- Organização e estrutura dos genomas;
- DNA e RNA
- Dogma Central
  - ✓ Replicação
  - ✓ Transcrição
  - ✓ Tradução
- Genes e genomas;
- Técnicas Genética Molecular
  - ✓ PCR
  - ✓ Sequenciamento
  - ✓ EST



Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# O QUE É GENÉTICA?

- É o estudo dos genes e de sua transmissão para as gerações futuras.
- É dividida em:
  - Genética Clássica → Mendel (1856 – 1865)  
"unidade fundamental da hereditariedade"
  - Genética Moderna → Watson e Crick (1953)  
"pedaço de DNA que codifica uma proteína"



Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# O QUE É GENÉTICA?

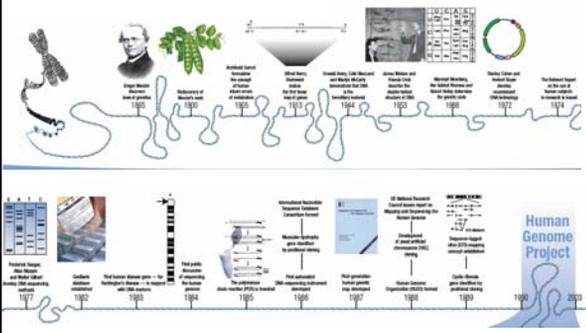
## Escala Comparativa

Terra	Célula		
País	Cromossomo		
Estado	Fragmento cromossômico		
Município	Gene		
Pessoas	Bases de pares		

Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# Acontecimentos na genética e genômica



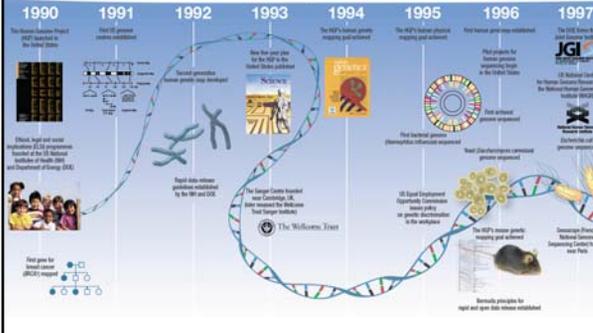
Timeline highlights:

- 1953: Discovery of the structure of DNA (Watson and Crick)
- 1956: First DNA replication experiment (Meselson and Stahl)
- 1958: First DNA sequencing (Sanger)
- 1961: First gene cloning (Berg)
- 1970: First recombinant DNA (Berg)
- 1973: First transgenic animal (mouse)
- 1975: First transgenic plant (tobacco)
- 1976: First transgenic human (mouse-human chimera)
- 1978: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1980: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1981: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1982: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1983: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1984: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1985: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1986: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1987: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1988: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1989: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1990: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1991: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1992: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1993: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1994: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1995: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1996: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1997: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1998: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 1999: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 2000: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 2001: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 2002: First transgenic human (transgenic human embryo)
- 2003: First transgenic human (transgenic human embryo)

Grupo de Biogenética  
Instituto de Genética - FMF/USP

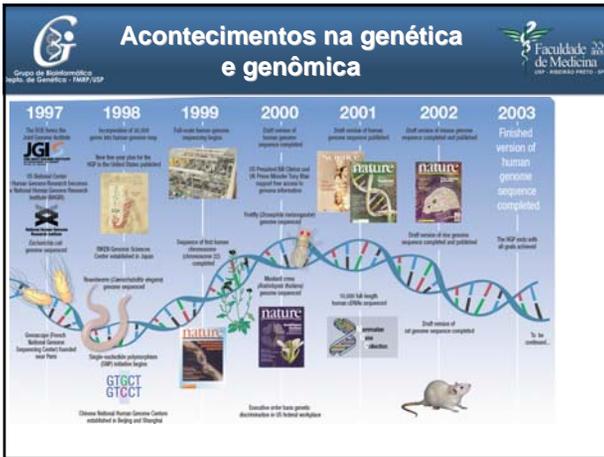
Faculdade de Medicina  
USP - Instituto de Genética

# Acontecimentos na genética e genômica



Timeline highlights:

- 1990: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1991: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1992: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1993: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1994: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1995: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1996: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)
- 1997: The first human genome map (International Human Genome Mapping Initiative)



**Ácido desoxirribonucléico - DNA**

**A estrutura do DNA**

- DNA é o material genético
- Estrutura regular (difração de Raio-X)
- Fitas complementares de nucleotídeos
- Dupla hélice
- DNA associado a proteínas

**A dupla hélice de DNA**

**A estrutura do DNA**

- Nucleotídeo:
  - **Acúcar:** pentose, desoxirribose
  - **Fosfato**
  - **Bases nitrogenadas:**
    - Purina: Adenina guanina
    - Pirimidina: citosina timina
    - Pareamento
    - Ligadas por pontes de hidrogênio
- Ligações fosfodiester
- Quantidade de A = quantidade de T
- Quantidade de G = quantidade de C

**Nucleotídeo – A unidade de construção do DNA**

(a)

Adenosine 5'-monophosphate (AMP)

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## Desoxirribose: o açúcar do DNA

Ribose

2-Deoxyribose

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## Bases nitrogenadas

Purinas

Pirimidinas

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## Ácido ribonucléico - RNA

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## Principais Tipos de RNA

- RNA mensageiro (mRNA): contém a informação genética para a seqüência de aminoácidos das proteínas
- RNA transportador (tRNA): identifica e transporta os aminoácidos até o ribossomo
- RNA ribossômico (rRNA): constituinte dos ribossomos

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## Ribonucleotídeo – O bloco de construção do RNA

(a)

Adenine

Ribose

Adenosine 5'-monophosphate (AMP)

Logo: Grupo de Biobioquímica, Depto. de Genética - FMBP/USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

## RNA: um ácido nucléico com estrutura química diferente do DNA

uracil  
used in RNA

thymine  
used in DNA

**DNA x RNA**

DNA	RNA
Desoxirribose	Ribose
A; G; C; T	A; G; C; U
Dupla fita	Fita simples; dobrada
Armazena informações	Transporta informações; funções estrutural e catalítica
Molécula grande	Molécula pequena

**Dogma Central da Biologia Molecular**

**Replicação**

•É o processo na qual o DNA é duplicado, a partir da fita molde.

**Regras básicas do processo de replicação do DNA**

- Processo semiconservativo
- Início da replicação
  - Origem
- Movimento da forquilha de replicação
  - Unidirecional ou bidirecional
- Direção da replicação
  - 5' → 3'
- Semidescontinuidade da replicação

**Enzimas que participam da replicação**

- DNA Polimerase
- SSB (Single Strand Binding Protein)
- Primase
- Helicases (DnaB)
- Topoisomerases
- DNA ligase

**Replicação**

**Transcrição**

•É o processo pelo qual uma molécula de RNA é sintetizada a partir da informação contida na seqüência de nucleotídeos de uma molécula de DNA de fita dupla

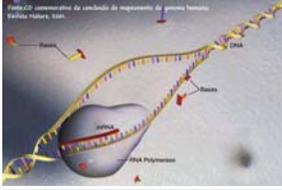
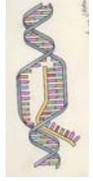


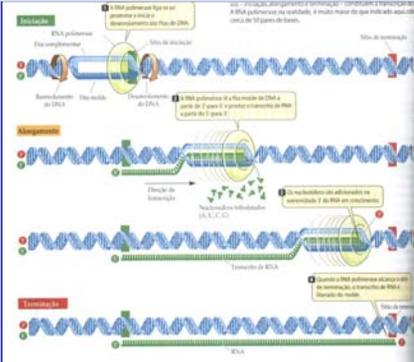
Figura 22.11 Ilustração da síntese de segmentos de genes transcritos. ©2004 Sinauer Associates, Inc.

**Características da transcrição**

- RNA é imediatamente liberado do DNA
- Produção simultânea de muitas cópias a partir do mesmo gene
- Gene com 1.500pb
  - Transcrição = 50 segundos
  - 15 RNA-polimerase/gene
  - 1 hora = milhares de transcritos

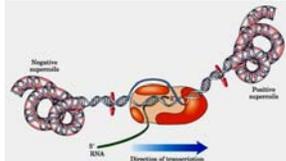


**Transcrição**

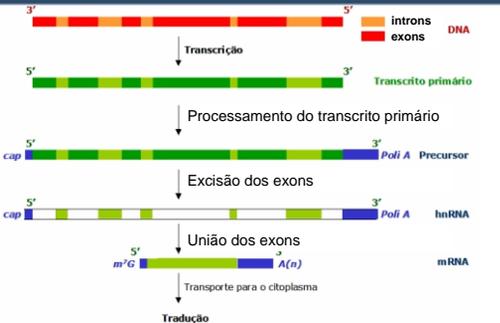


**Transcrição**

(5') CGCTATAGCGTTT(3') DNA fita codificadora  
 (3') GCGATATCGCAA(5') DNA fita molde  
 (5') CGCUAUAGCGUUU(3') RNA transcrito



**Processamento do mRNA**



**Íntrons e Éxons**

•**Íntron** – região não-codificante de um gene, transcrita na molécula de RNA, mas removida pelo processamento do RNA

- 80 a 10.000 nucleotídeos

•**Éxon** – Seguimento de um gene formado por uma seqüência de nucleotídeos que serão representados no RNA

•**Processamento**: processo de remoção de íntrons e junção de éxons no RNA mensageiro de eucariotos



**Tradução**

• Processo na qual uma sequência de mRNA é convertido em uma proteína.

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Tradução**

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Código Genético**

• **Conceito:**

São as instruções para sintetizar moléculas protéicas e estão inscritas em código nas moléculas de DNA dos organismos vivos.

U	U	C	A	G
U	U	C	A	G
C	U	C	A	G
A	U	C	A	G
G	U	C	A	G

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Código Genético**

**Características do código genético**

- **Triplíce:** 3 bases = códon codificam um aa
- **Degenerado ou redundante:** um mesmo aminoácido pode ser codificado por vários códons diferentes
- **Não é ambíguo:** cada códon é corresponde a somente um aminoácido
- **Com sentido:** Start códon a um stop códon;
- **Universal:** o mesmo para todos seres vivos
- **Utilização preferencial de codons:** codon usage

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Código Genético**

**Trincas do Código Genético**

- Cada trinca de nucleotídeo do DNA corresponde a um aa na proteína.
- A combinação das 4 letras genéticas TACG, 3 a 3, permite obter 64 trincas diferentes.
- 61 correspondem a aminoácidos e 3 correspondem a códons de terminação; **UAA, UAG e UGA**.

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Código Genético**

		Segunda letra				
		U	C	A	G	
U	U	UUU Fenilalanina	UUC Serina	UAU Tirosina	UGU Cisteína	U C A G
	U	UUC Serina	UCC Serina	UAC Tirosina	UGC Cisteína	
	U	UUA Leucina	UUA Leucina	UAA Códon de terminação	UGA Códon de terminação	
C	C	CCU Leucina	CCU Prolina	CAU Histidina	CGU Arginina	U C A G
	C	CUC Leucina	CCC Prolina	CAC Histidina	CGC Arginina	
	C	CUA Leucina	CCA Prolina	CAG Glutamina	CGG Arginina	
A	A	AUU Isoleucina	AUU Isoleucina	AAU Asparagina	AGU Serina	U C A G
	A	AUC Isoleucina	AAC Isoleucina	AAC Asparagina	AGC Serina	
	A	AUA Metionina	ACA Treonina	AAA Lisina	AGA Arginina	
G	G	GUU Valina	GCU Alanina	GAU Ácido aspártico	GGU Glicina	U C A G
	G	GUC Valina	GCC Alanina	GAC Ácido aspártico	GGC Glicina	
	G	GUA Valina	GCA Alanina	GAG Ácido glutâmico	GGG Glicina	

Faculdade de Medicina de Medicina UFPA

**Tradução**

(5') CGCTATAGCGTTT(3') **DNA fita codificadora**  
 (3') GCGATATCGCAA(5') **DNA fita molde**  
 (5') CGCUAUAGCGUUU(3') **RNA transcrito**

**Arg-Tyr-Ser-Val** **Proteína traduzida**

**Resumo da tradução**

The diagram illustrates the translation process. It starts with a DNA double helix. **Passo 1: Transcrição** shows RNA polymerase synthesizing an mRNA strand from a DNA template. **Passo 2: Tradução** shows the mRNA being translated by a ribosome. The ribosome consists of two subunits (E3Am and P3Am). tRNAs with amino acids (Aminoácidos) and anticodons (Anticodons) pair with the mRNA codons (Códons) on the ribosome. The growing polypeptide chain (Cadeia polipeptídica) is released from the ribosome.

**Os Genomas**

**Vírus** → DNA ou RNA

- Fita simples
- Fita Dupla

**Células** → DNA e RNA

- Procarionóticas
  - Cromossomo
  - Plasmídios
- Eucarióticas
  - Cromossomo
  - Mitocôndrias
  - Cloroplastos

**Os Genomas**

**Organismos Procarionóticos: Bactérias**

The diagram shows a bacterium with a **Cromossomo** (bacterial chromosome) and a **Plasmídeo** (plasmid). A microscopic view below shows the bacterial chromosome as a tangled mass of DNA. A scale bar indicates 1 μm.

**Os Genomas**

- Cromossomo + Plasmídeos**
- O genoma da E. coli**
  - 4.639 kb
  - 2.400 genes
  - 80% da molécula de DNA
  - 1.897 genes codificantes de proteínas

The circular map shows the E. coli genome with a size of 4,639,675BP. Various genes and features are marked around the circle.

**Os Plasmídios**

**“Elemento genético, extra-cromossômico, capaz de replicar independente do cromossomo”**

- Dupla fita de DNA; Circular
- 1 – 100(+) Kb; < 1/20 do cromossomo
- Diferentes dos vírus**
  - Não causam danos às células
  - Não são formas extracelulares
- Diferentes do cromossomo**
  - Não contém genes essenciais

The diagram shows a circular plasmid named pRECFA. It contains several genes: ori, amp<sup>r</sup>, pRECFA, g01, g02, g03, g04, g05, g06, g07, g08, g09, g10, g11, g12, g13, g14, g15, g16, g17, g18, g19, g20, g21, g22, g23, g24, g25, g26, g27, g28, g29, g30, g31, g32, g33, g34, g35, g36, g37, g38, g39, g40, g41, g42, g43, g44, g45, g46, g47, g48, g49, g50, g51, g52, g53, g54, g55, g56, g57, g58, g59, g60, g61, g62, g63, g64, g65, g66, g67, g68, g69, g70, g71, g72, g73, g74, g75, g76, g77, g78, g79, g80, g81, g82, g83, g84, g85, g86, g87, g88, g89, g90, g91, g92, g93, g94, g95, g96, g97, g98, g99, g100.


 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## O Genoma dos Organismos Eucarióticos

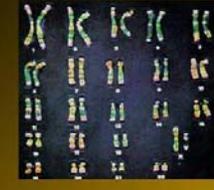

 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## O Genoma Humano

23 cromossomos  
31.000 genes  
3.000 milhões de bases

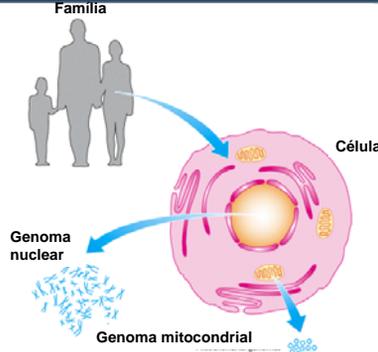





 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## O Genoma Humano



Família

Célula

Genoma nuclear

Genoma mitocondrial


 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## O Genoma dos Eucarióticos

- O genoma nuclear:
  - *E. coli*: 2.400 genes; 1.897 codificam proteínas
  - *Saccharomyces cerevisiae*: 6.600 genes; 5.800 codificam proteínas Exemplos utilização
  - **Humanos**: 100.000 genes, codificam proteínas; genes > (+ introns)


 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## O Genoma dos Eucarióticos

- Genoma humano:
  - Éxons } → 70%
  - Introns } → 70%
  - DNA repetitivo (não essencial ?)
    - 30%
    - Não codifica
    - Não transcreve
    - Repetidas muitas vezes


 Faculdade de Medicina  
 de Ribeirão Preto

Grupo de Biobiotecnologia  
 Depto. de Genética - FMRP/USP

## Compactação do DNA em Cromossomos



- Genoma humano
  - 23 cromossomos - 1 metro
  - ½ DNA + ½ Proteínas
- Proteínas
  - RNA polimerase, DNA polimerase, reguladoras, Histonas
- Cromatina
  - DNA-Proteína → Compactação do DNA

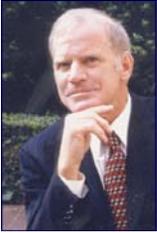
**Técnicas de Genética Molecular**

- PCR
- Sequenciamento
- EST



**Reação em Cadeia da Polimerase - PCR**

- 1983: Kary Mullis
- 1985: 1º artigo
- Processo patenteado em 1989 por Cetus Corporation & Hoffman-LaRoche
- 1993: Nobel da Química



**PCR**

- Grande quantidade de DNA em pouco tempo.
- Baixo custo
- A amostra de DNA não necessita de estar altamente purificada
- PCR pode amplificar uma única molécula de DNA / RNA
- O produto do PCR pode ser digerido com enzimas de restrição, sequenciado ou clonado.

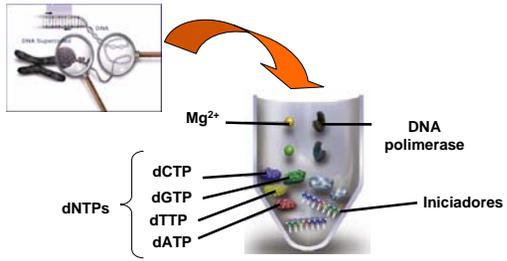


**PCR**

- É difícil exagerar o impacto da PCR na Biologia Molecular
- Simplificou e democratizou as técnicas de Biologia Molecular
- Possibilitou extender a Biologia Molecular para disciplinas nunca pensadas como Ecologia, Direito, Arqueologia, Economia, etc.



**O que é necessário?**



Em solução tampão de PCR, H<sub>2</sub>O ultra-filtrada (pH 7,0) e óleo mineral.

**Termocicladores**



Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Mecanismo

- Divide-se em 3 passos principais, que se repetem por 25 a 35 ciclos:
  - Desnaturação
  - Hibridação
  - Extensão
- A quantidade de DNA final segue uma função exponencial, onde:
 
$$N = N_0 \cdot 2^n$$
  - N: número final de cadeias de DNA
  - N<sup>o</sup>: número inicial de DNA molde (template)
  - n: número de repetições do ciclo

www.ibdm.fiocruz.br/helpdesk/molecularbiology/PCRcurso.pdf

Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Desnaturação

- Processo no qual ocorre a separação da fita dupla de DNA por meio da elevação da temperatura.

- As amostras são aquecidas a 94-96 °C durante um a vários minutos.

Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Hibridação

- A temperatura é reduzida a 55-65 °C durante alguns minutos.

- Os iniciadores hibridam com as seqüências complementares do Molde.

Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Extensão

- Eleva-se a temperatura a 72°C durante 2 minutos.

- O DNA polimerase atua junto dos iniciadores que hibridaram, começando a duplicação da cadeia e recrutando no meio os nucleótidos complementares disponíveis.

Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Sequenciamento

Reação de Sequenciamento

Molde  
Taq polimerase  
Primer  
Deoxinucleotídeos  
Dideoxinucleotídeos

Grupo de Biotecnologia  
Departamento de Genética - FAMP/USP

Faculdade de Medicina  
USP

## Sequenciamento

- Método dideoxi conhecido também como de terminadores de cadeia ou de Sanger

Normal nucleotides:  
Dideoxy Chain Terminators:

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTC 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTCG 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTCGG 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTCGGG 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTCGGGC 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'

**Polimerização de DNA**

Grupo de Biobioquímica  
Instituto de Genética - FMF/USP

Faculdade de Medicina  
USP

5' ATGCTTCGGGCAG 3'  
TACGAAGACCGTCTAGACTTGTGCACAATGACTATAACGAA 5'


**Polimerização de DNA**


Diagram illustrating DNA polymerization. A template strand is shown at the bottom: 5' ATGCTTC TGGCAGAT 3' and 3' TACGAAGACCGTCTAGACTTGTCCACAATGACTATAACGAA 5'. A blue oval represents the DNA polymerase enzyme. Above it, various nucleotides (A, T, C, G) are shown in the process of being incorporated into a new strand.


**Polimerização de DNA**


Diagram illustrating DNA polymerization. A template strand is shown at the bottom: 5' ATGCTTC TGGCAGAT 3' and 3' TACGAAGACCGTCTAGACTTGTCCACAATGACTATAACGAA 5'. A blue oval represents the DNA polymerase enzyme. Above it, various nucleotides (A, T, C, G) are shown in the process of being incorporated into a new strand.


**Sequenciamento de DNA**


Diagram illustrating DNA sequencing. A sequence of DNA is shown on the left:
   
 ANGCTTC T
   
 ANGCTTC G
   
 ANGCTTC CG
   
 ANGCTTC CGA
   
 ANGCTTC CGCA
   
 ANGCTTC CGCAG
   
 ANGCTTC CGCAGA
   
 ANGCTTC CGCAGAT
   
 ANGCTTC CGCAGAT T
   
 ANGCTTC CGCAGATC G
   
 ANGCTTC CGCAGATC T A
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA C
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A A
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C G
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A T G
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T G
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T G C
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T G C T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T G C T T
   
 ANGCTTC CGCAGATC TGA A C A G T T T A C T G A T T G C T T T

To the right, a gel electrophoresis image shows four lanes corresponding to the bases G, A, T, and C. Horizontal bands of varying lengths represent the DNA fragments. An upward-pointing arrow indicates the direction of the sequence.


**Gel de sequenciamento de DNA**


Image of a DNA sequencing gel showing multiple lanes with horizontal bands representing DNA fragments.


**Sequenciadores**


Images showing various DNA sequencing machines and computer workstations used in a laboratory setting.


**Sequenciamento parcial de transcritos**


**O que são ESTs?**

**EST= Expressed Sequence Tag**  
(Etiquetas de Sequências Expressas)

5' 3' Intrão exon DNA

Transcrição

5' 3' Transcrito primário

Processamento do transcrito primário

Excisão dos exons

5' 3' Pull A IntronA

União dos exons

5' 3' mRNA

Transporte para o citoplasma

Tradução

**Sequenciamento parcial de transcritos**

**cDNA**

REGIÃO CODIFICADORA

ATG | STOP

EST 5' ——— AAAAA TTTTT EST 3'

EST 5' ——— AAAAA TTTTT EST 3'

EST 5' ——— AAAAA TTTTT EST 3'

**Sequenciamento parcial de transcritos**

“Cluster” de ESTs ou de “reads”

EST 5' EST 3' AAAAA TTTTT

Sequência “consenso”

**Agradecimentos**

- Ao Prof. Dr. Sergio Lifschitz.
- Ao comitê organizador do BSB e ao comitê do IWGD.
- A todos os presentes.