

# Processadores MULTICORE

Profa. Me. Karina

# INTRODUÇÃO

- Processadores Multicore são uma grande revolução na tecnologia computacional
- Maior capacidade de processamento com melhor custo/benefício
- Vantagens, princípios de funcionamento, comparação Intel/AMD

# LIMITES DO SINGLE-CORE

- Aplicações demandam alto poder de processamento;
- Solução: aumentar frequência de operação dos processadores;
- Problemas da arquitetura Single-Core
  - Isolamento fonte/dreno no transistor
  - Alta dissipação de energia
  - Em média, 75% do tempo da CPU gasto com espera de acesso à memória

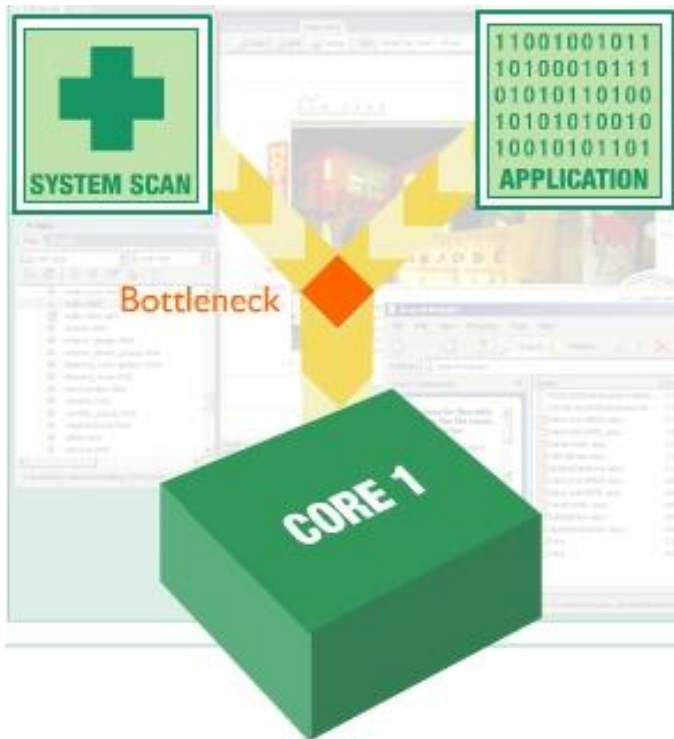
# LIMITES DO SINGLE-CORE

- Lei de Moore: duplica número de transistores numa mesma área de silício a cada 18 meses
- Quanto menor o transistor, maior sua densidade no circuito
- Alta densidade = alta dissipação de energia pela passagem de corrente elétrica nos transistores
- Se a energia não é removida rapidamente, chip derrete

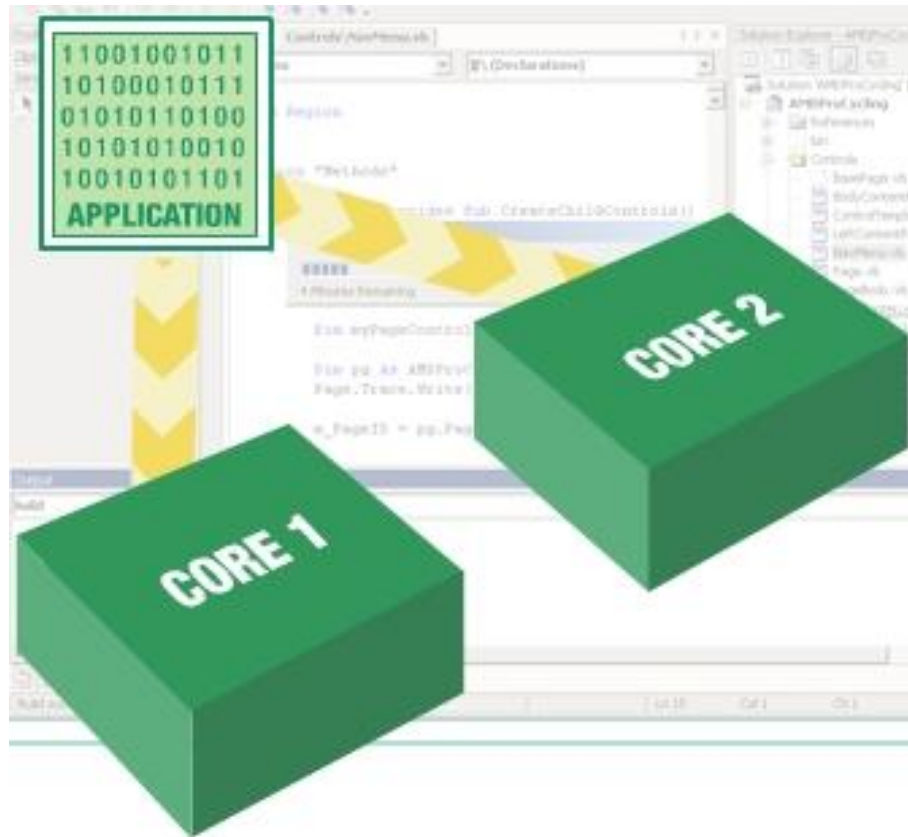
# A TECNOLOGIA MULTICORE

- Multicore (múltiplos núcleos): colocar duas ou mais unidades de execução (cores) no interior de um único 'pacote de processador' (um único chip)
- **Sistema operacional trata como se cada um fosse um processador diferente**, com seus próprios recursos
- Maioria dos casos: cada unidade possui seu próprio cache, processa várias instruções simultaneamente
- Adicionar novos núcleos: instruções das aplicações passam a ser executadas em paralelo em vez de serialmente;

# A TECNOLOGIA MULTICORE



## A TECNOLOGIA MULTICORE



# VANTAGENS DO MULTICORE

- Maior eficácia (throughput) do sistema e desempenho aprimorado de aplicativos em computadores que executa vários aplicativos simultaneamente;
- Compatibilidade para mais usuários ou tarefas em aplicativos com muitas transações;
- Desempenho superior em aplicativos que utilizam processamento de forma intensiva;
- Redução da dissipação térmica quando comparado ao Single-Core;



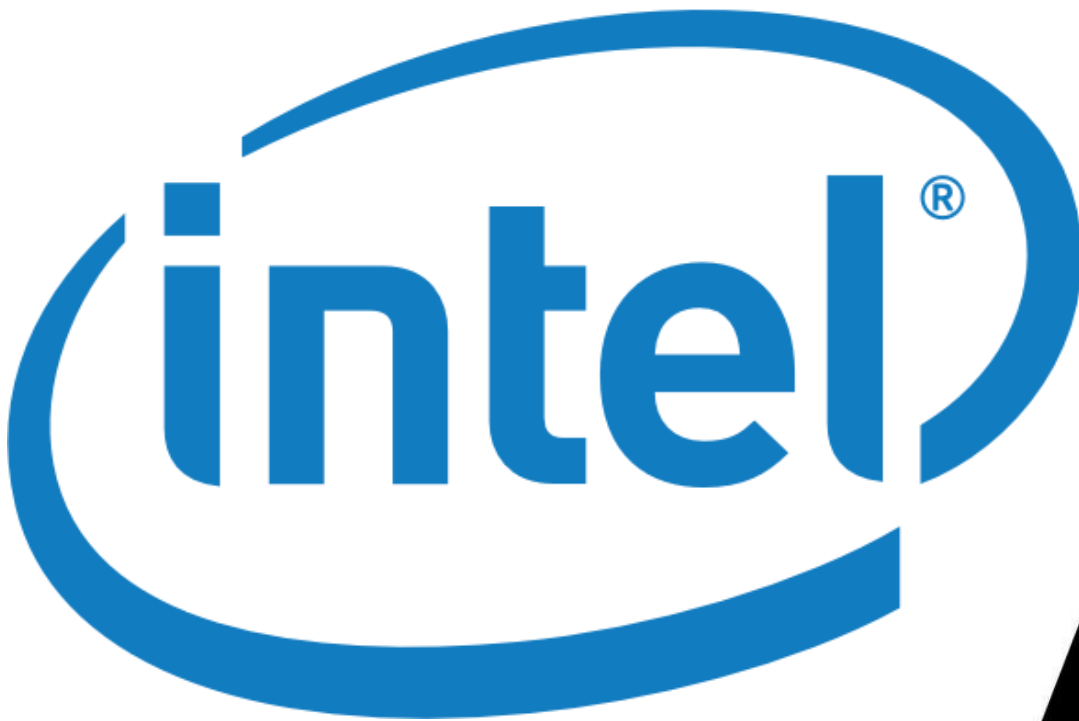
# ARQUITETURA MULTICORE

- Geralmente é multiprocessamento simétrico (SMP)
  - Dois ou mais processadores idênticos são conectados a uma única memória principal
  - Permite que qualquer processador trabalhe em qualquer tarefa, não importando onde que ela esteja localizada;
  - Possibilita otimizar a carga de trabalho, movendo as tarefas entre os processadores;

# ARQUITETURA MULTICORE

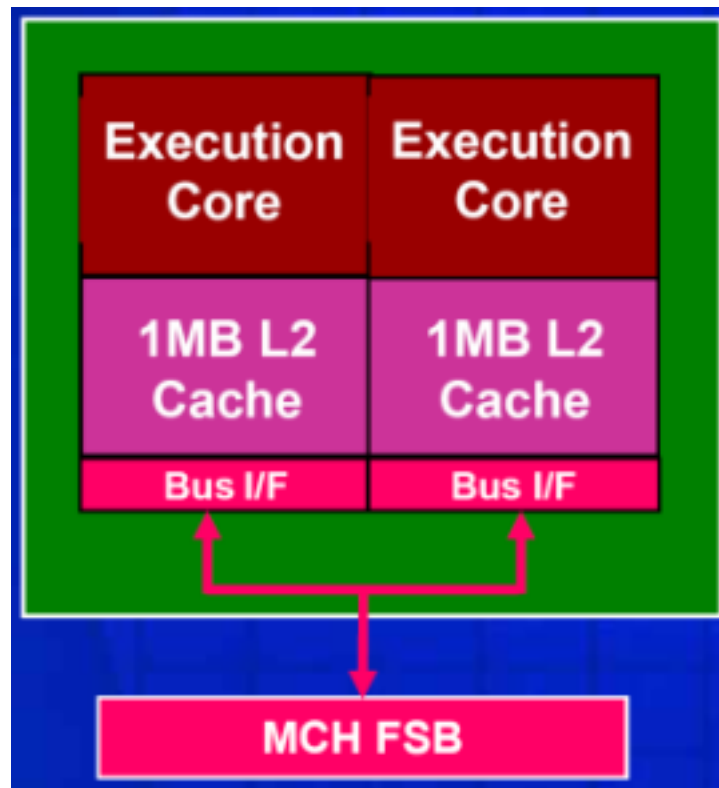
- NUMA (Non-Uniform Memory Access)
  - Cada processador tem a sua própria parte da memória
  - Permite acesso paralelo à memória
  - Custo de mover dados de um processador ao outro fica bem mais caro, ou seja, balancear a carga de trabalho é bem custoso;
- Multiprocessamento Assimétrico (ASMP)
  - diferentes processadores especializados para tarefas específicas ;
- Multiprocessamento com clusters de computadores
  - nem toda a memória está disponível para todos os processadores

# IMPLEMENTAÇÕES MULTICORE



**AMD**

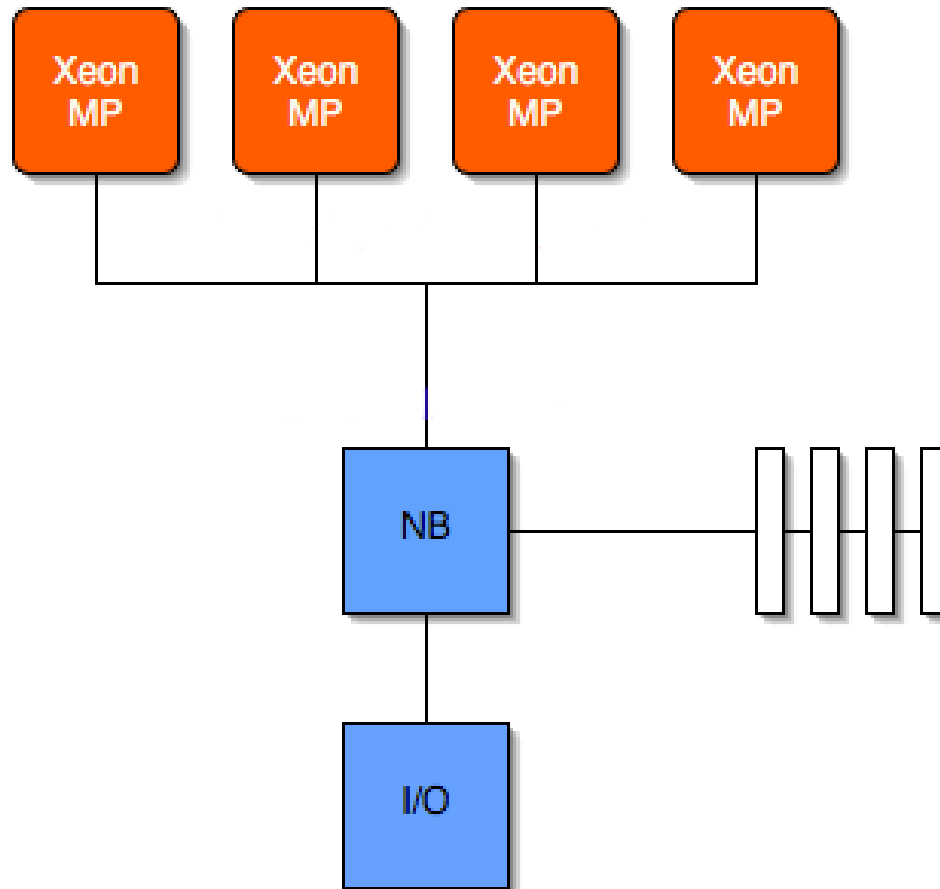
## MODELO INTEL DUAL CORE



## FRONT SIDE BUS: O GRANDE PROBLEMA

- A comunicação entre os dois núcleos é feita através do FSB externo, gerando disputa para a utilização do barramento
  - Esse tipo de comunicação é razoavelmente lento.
- A banda de memória disponível é dividida entre eles e é também compartilhada com os dispositivos do Super I/O
  - Surge um grande gargalo que causa uma boa perda de desempenho

### FRONT SIDE BUS: O GRANDE PROBLEMA



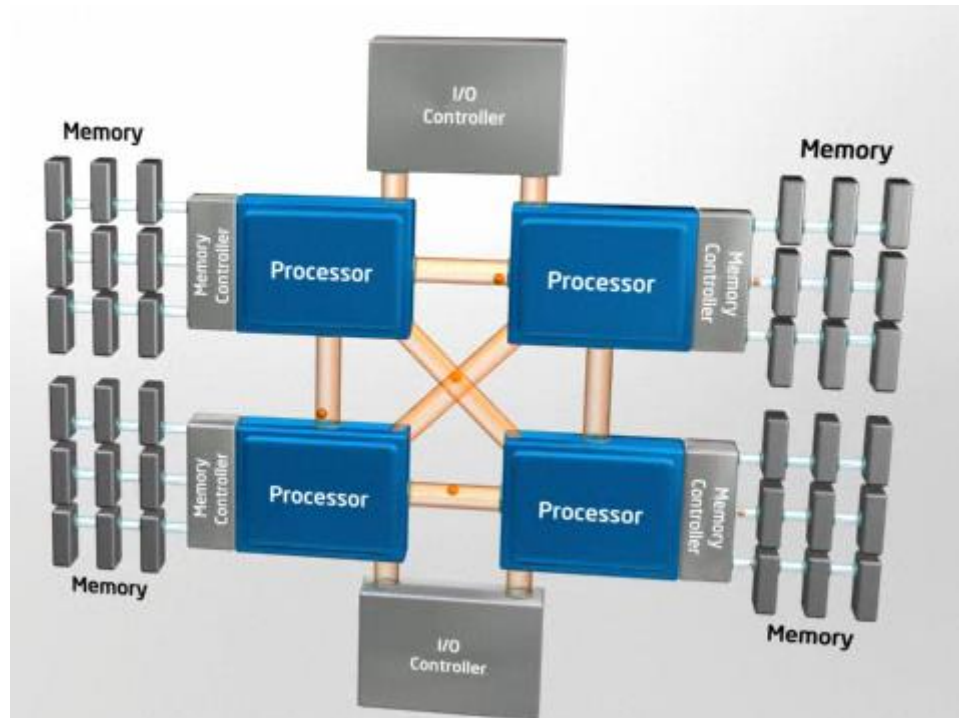
Sistema Quadri-Processado Xeon

## INTEL DUAL CORE: CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Modelo da placa precisa ser especial
  - Processadores necessitarem de reguladores de tensão mais robustos
- Não pode trabalhar a frequências tão elevadas como a dos processadores Single-Core devido ao aumento excessivo de dissipação de calor ao adicionar o segundo core

# Semelhança entre o QuickPath e o HyperTransport (amd)

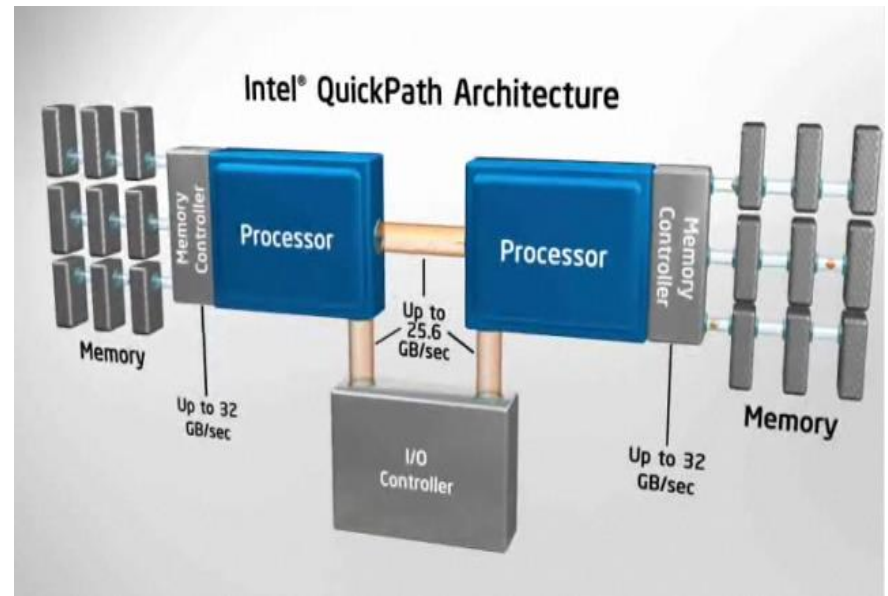
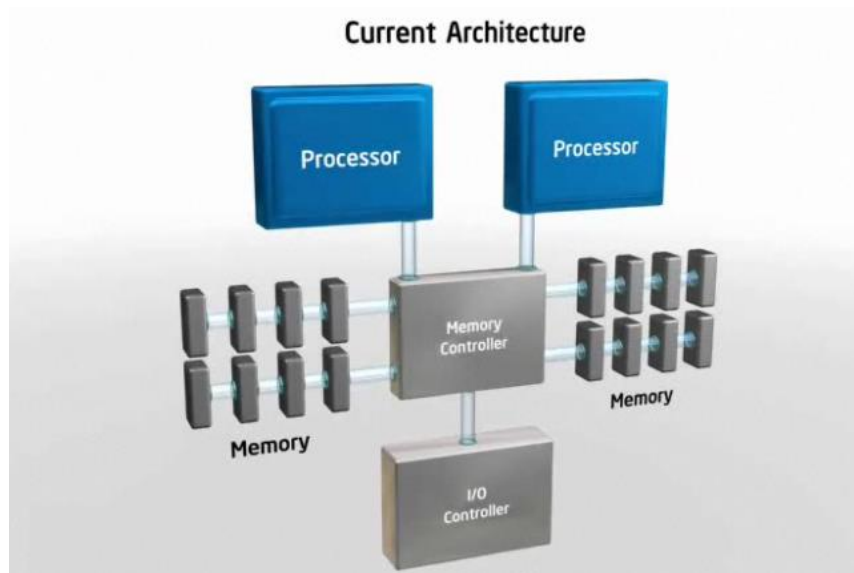
Ao usar 4 processadores (possibilidade que deverá ser bem explorada no caso dos servidores de alto desempenho) são incluídos barramentos adicionais, que fazem com que cada processador tenha acesso direto a todos os demais.





# Como foi resolvido o problema FSB?

- Alteração do FSB para QuickPath.



## Intel Core i3

Concebido no mesmo ano que o processador Core i5, o processador Core i3 é o processador de menor poder de processamento se comparado aos seus irmãos Core i7 e Core i5, da família Nehalem.

O recurso Hyper-Threading estará ativado nesses modelos permitindo que o processador possa simular a existência de um maior número de núcleos.

Core i3 Microprocessador	
	
Intel Core i3	
Produzido em:	2009 até o presente
Fabricante:	Intel
Frequência do Processador:	1220 MHz a 3.400 MHz
Lisura:	32 a 14 nm
Conjunto de instruções:	x86, x86-64, MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2
Fabricantes:	<ul style="list-style-type: none"><li>• LGA 1150</li><li>• PGA-988</li><li>• BGA 1288</li></ul>

## Core I5

- Microarquitetura Nehalem
- Desvantagem em relação ao I7  
– Só trabalha no modo dual channel

**Core i5**  
**Microprocessador**



Intel Core i5

<b>Produzido em:</b>	2009 até o presente
<b>Fabricante:</b>	Intel
<b>Frequência do Processador:</b>	2660 MHz a 3.467 MHz
<b>Lisura:</b>	45, 32, 22 e 14 nm
<b>Conjunto de instruções:</b>	x86, x86-64, MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2, AVX
<b>Microarquitetura:</b>	Nehalem e Sandy Bridge
<b>Fabricantes:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LGA 1156 mPGA-989</li> <li>• LGA 1155</li> </ul>

i5-760(Quad Core)	2.800GHz	Lynnfield	8 MB	45nm	9X A 21X	95W	0.65 A 1.4V	Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-750(Quad Core)	2.666 GHz	Lynnfield	8 MB	45nm	20x	95 W	0.65v A 1.4V	Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-520M(Dual Core - Móvel *)	2.93 GHz	Arrandale	3 MB	32nm		35 W		Socket µPGA-989	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-540M(Dual Core - Móvel *)	2.80 GHz	Arrandale	3 MB	32nm		35 W		Socket µPGA-989	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-650(Dual Core)	3.20 GHz	Clarkdale	4 MB	32nm	24x	73 W		Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-660(Dual Core)	3.33 GHz	Clarkdale	4 MB	32nm	25x	73 W		Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-661(Dual Core)	3.33 GHz	Clarkdale	4 MB	32nm	25x	87 W		Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel
i5-670(Dual Core)	3.467 GHz	Clarkdale	4 MB	32nm	26x	73 W		Socket LGA 1156 Socket H	Sim: 2 x DDR3-1333 Dual Channel

## Core i7

- Cada processador possui seu controlador de memória (memória dedicada) e memória cache, fazendo com que os processadores comuniquem-se diretamente com o controlador de entrada e saída. Os processadores podem acessar diretamente a cache do outro, devido às interconexões entre eles, possibilitando também o fluxo de dados em ambas as direções ao mesmo tempo.

Microprocessador	
	
Intel Core i7	
Produzido em:	2008 até o presente
Fabricante:	Intel
Frequência do Processador:	2660 MHz a 4000 MHz
Frequência do barramento:	2,66 MHz a 4,00 MHz
Lisura:	45,32, 22 e 14 nm
Conjunto de instruções:	x86, x86-64, MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.1, SSE4.2
Microarquitetura:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nehalem</li> <li>Sandy Bridge</li> <li>Ivy Bridge</li> <li>Haswell</li> <li>Broadwell</li> <li>Skylake</li> <li>Kaby Lake</li> <li>Coffe Lake</li> </ul>
Fabricantes:	<ul style="list-style-type: none"> <li>LGA 1366</li> <li>LGA 1156</li> <li>LGA 1155</li> <li>LGA 2011</li> <li>LGA 1150</li> </ul>
Núcleos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloomfield</li> <li>Lynnfield</li> <li>Clarksfield</li> <li>Arrandale</li> <li>Sandy Bridge</li> <li>Sandy Bridge-E</li> <li>Ivy Bridge</li> <li>Haswell</li> <li>Broadwell</li> </ul>

# Resumo das arquiteturas Intel

- **1ª geração: Nehalem** -> modelos de 2 a 8 núcleos – controladora de memória integrada – DDR3 (2 canais)
- **2ª geração: Sandy Bridge** -> chip 32nm; de 2 a 6 núcleos físico (1 a 12 virtuais) – exemplo: core i7 extreme 6(12) – núcleos.
- **3ª geração: Ivy Bridge** -> Redução do chip 22 nm; transistor Tri-gate (aumenta performance sem aumentar consumo).

- **4ª geração: Haswell** - Chip 22 nm – baixo consumo de energia
- **5ª geração: Broadwell** (também conhecido como **Rockwell**) – **Chip 14 nm**
- **6ª geração: Skylake** – Chip de 14nm; Suporte a memória DDR4; Regular de voltagem no chip – vantagem – reduz o preço da placa mãe
- **7ª Kaby Lake** – 14 a 10nm; eficiencia de energia;
- **8ª Coffe Lake** – Redução do chip para 10nm; 40% mais rápido que o Kaby Lake.



Número do processador	Cache	Velocidade do clock	No. de núcleos/ No. de threads	TDP/Potência máx.	Tipos de memória	Gráfico
Intel® Core™ i5-4210H Processor (3M Cache, up to 3.50 GHz)	3.0 MB	2.90 GHz	2 / 4	47	DDR3L-1333, 1600	Intel® HD Graphics 4600
Intel® Core™ i5-4308U Processor (3M Cache, up to 3.30 GHz)	3.0 MB	2.80 GHz	2 / 4	28	DDR3L-1333, 1600; LPDDR3-1333, 1600	Intel® Iris™ Graphics 5100
Intel® Core™ i5-4278U Processor (3M Cache, up to 3.10 GHz)	3.0 MB	2.60 GHz	2 / 4	28	DDR3L-1333, 1600; LPDDR3-1333, 1600	Intel® Iris™ Graphics 5100
Intel® Core™ i5-4690K Processor (6M Cache, up to 3.90 GHz)	6.0 MB	3.50 GHz	4 / 4	88	DDR3-1333/1600	Intel® HD Graphics 4600
Intel® Core™ i5-4460T Processor (6M Cache, up to 2.70 GHz)	6.0 MB	1.90 GHz	4 / 4	35	DDR3-1333/1600	Intel® HD Graphics 4600
Intel® Core™ i5-4590T Processor (6M Cache, up to 3.00 GHz)	6.0 MB	2.00 GHz	4 / 4	35	DDR3-1333/1600	Intel® HD Graphics 4600
Intel® Core™ i5-4690 Processor (6M Cache, up to 3.90 GHz)	6.0 MB	3.50 GHz	4 / 4	84	DDR3-1333/1600	Intel® HD Graphics 4600
Intel® Core™ i5-4690S Processor (6M Cache, up to 3.90 GHz)	6.0 MB	3.20 GHz	4 / 4	65	DDR3-1333/1600	Intel® HD Graphics 4600

## AMD

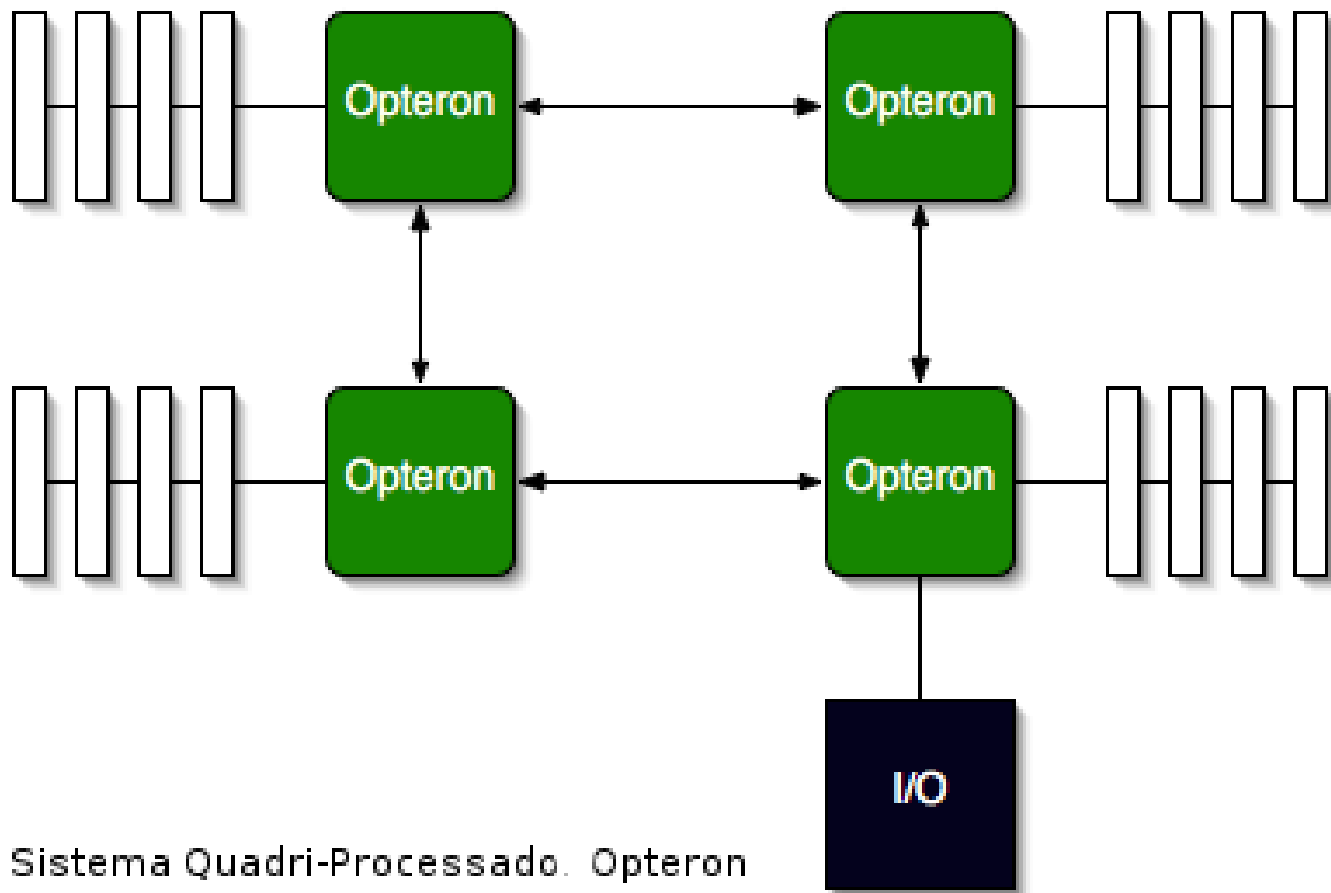
- Combinação de dois processadores “K8” na mesma pastilha de silício
- Desde o começo, o desenvolvimento da arquitetura K8 (Opteron e Athlon 64) foi feito com Multicore em mente
- Com a tecnologia de HyperTransport e controlador de memória integrado, tem-se um sistema de comunicação inovador, compatível e bem mais eficiente



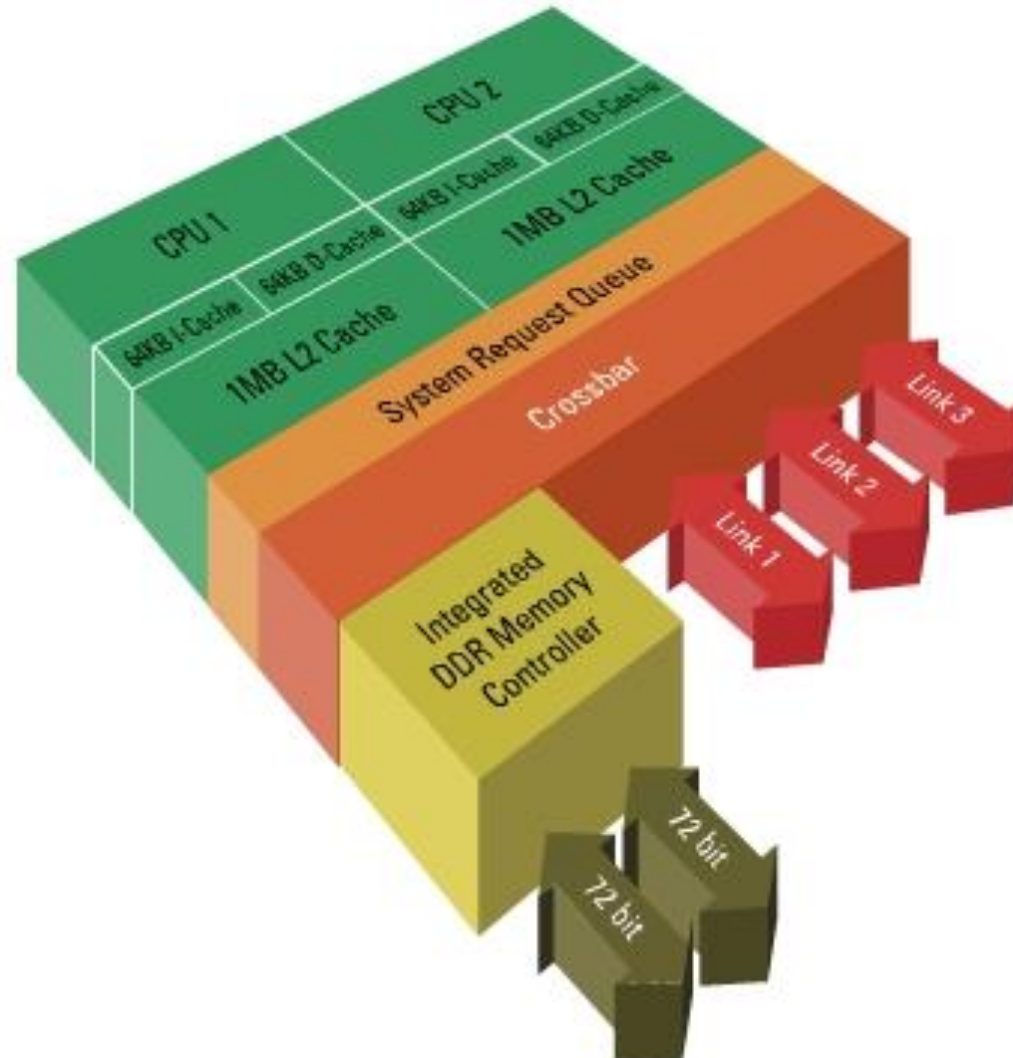
## AMD DUAL CORE:O FIM DO GARGALO

- Controlador de memória integrado dispensa a comunicação com as memórias através do Chipset
  - Memórias são acessadas diretamente pelo processador através de um barramento exclusivo (HyperTransport), o que resulta em um melhor aproveitamento da banda
  - Não há mais dependência do FSB
- Comunicação com os outros componentes é feita também através do HyperTransport (não compartilha os recursos com os dispositivos do Super I/O)
- HyperTransport: conexão ponto-a-ponto, paralela, de alta performance, alta velocidade, alta largura de banda e de baixa latência

### MODELO AMD DUAL CORE



## AMD DUAL CORE: CARACTERÍSTICAS GERAIS



## **AMD DUAL CORE: CARACTERÍSTICAS GERAIS**

- O “gargalo” da arquitetura Dual Core AMD é banda de memória: são 6.4 GB/s compartilhados pelos dois núcleos
- Nova tecnologia de fabricação de silício esticado "Dual Stress Liner" mantém o consumo do processador baixo mesmo em maiores frequências.
- Duas implementações de AMD Dual Core: Athlon 64 X2 (Desktop), e Opteron (Servidor)

## AMD:

### OPTERON & ATHLON 64 X2

- Opteron possui capacidade de multiprocessamento, sendo então destinado a servidores
  - Pode trabalhar em sistemas com até oito processadores
  - Divide-se em três famílias: 1xx, 2xx e 8xx (1, 2, 8 soquetes & 1, 2, 3 barramentos HyperTransport)
- O Athlon 64 X2 trabalha com frequências relativamente elevadas (2.0, 2.2 e 2.4 Ghz)
  - Mesmo sem otimização para multiprocessamento (jogos atuais) esse processador terá bom desempenho
  - Opção para quem procura rapidez para o seu trabalho.

### AMD: OPTERON & ATHLON 64 X2

#### AMD Desktop Processor Positioning



##### Gaming Segment

- Catering to the extreme gamer and enthusiast
- Ideal for 3D games and single-threaded applications



##### Prosumer & Digital Media Segments

- Designed for sophisticated power users who run multiple processor-intensive applications simultaneously
- Ideal for digital content creation and entertainment consumption



##### Mainstream Segment

- Designed for the mainstream consumer and commercial market
- Competitive features, performance, and price

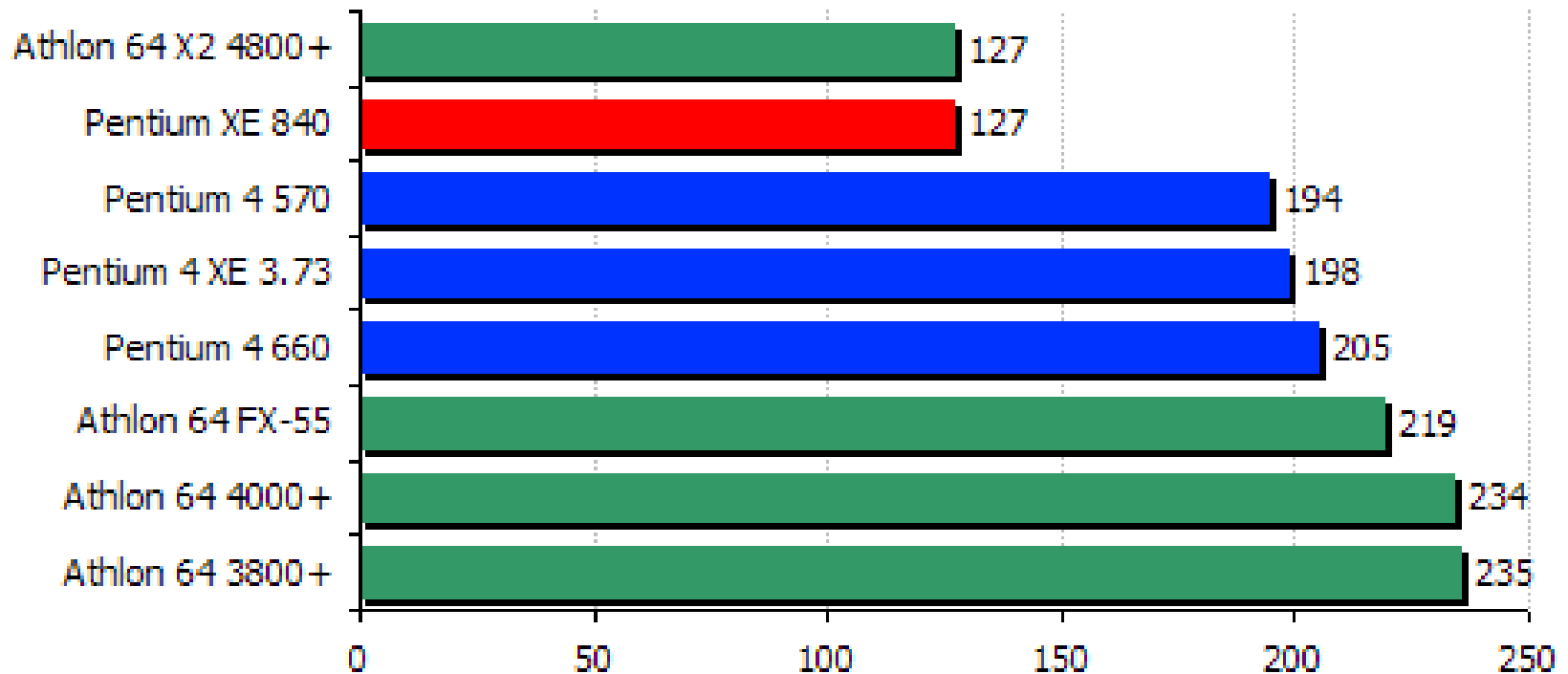


##### Value Segment

- Designed for the budget-conscious buyer
- Offers better performance while still priced to compete
- Lowest possible cost and most cost-effective infrastructure

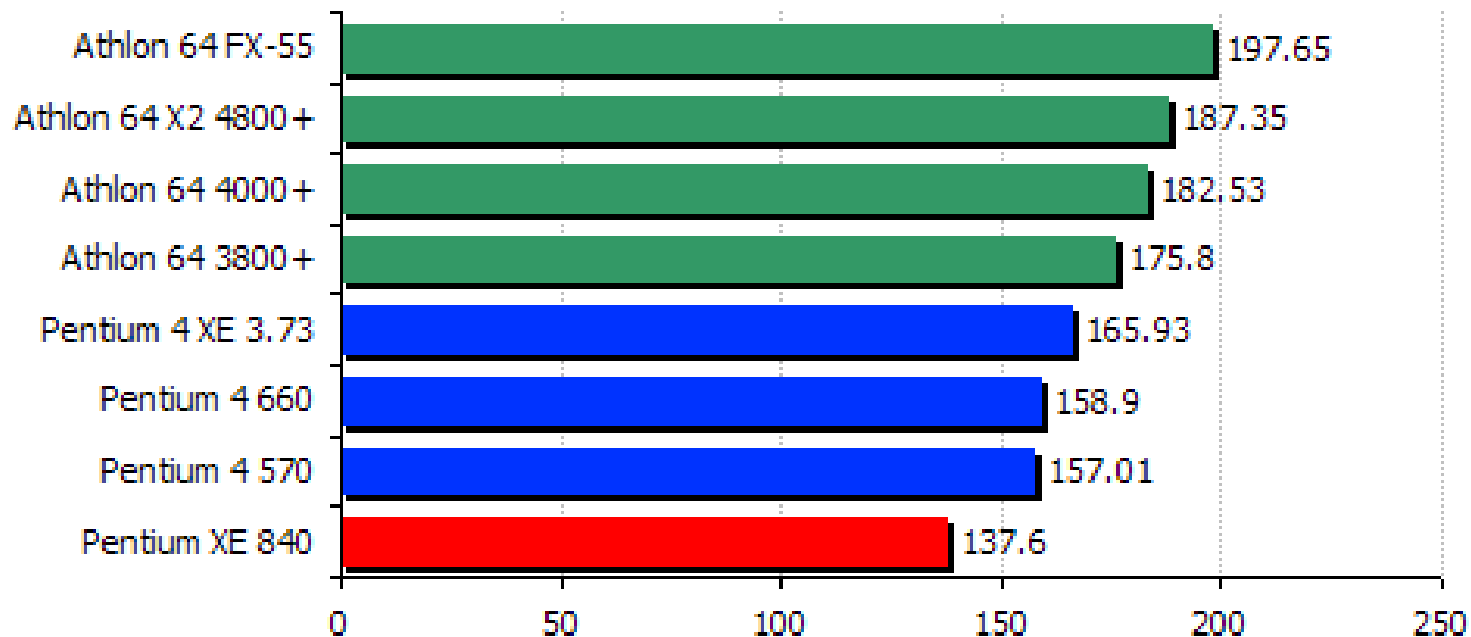
## EXEMPLO DE DESEMPENHO: EFICIÊNCIA EM RENDERIZAÇÃO 3D

3ds max 7.0, Final Rendering, Underwater, sec



## EXEMPLO DE DESEMPENHO: JOGOS

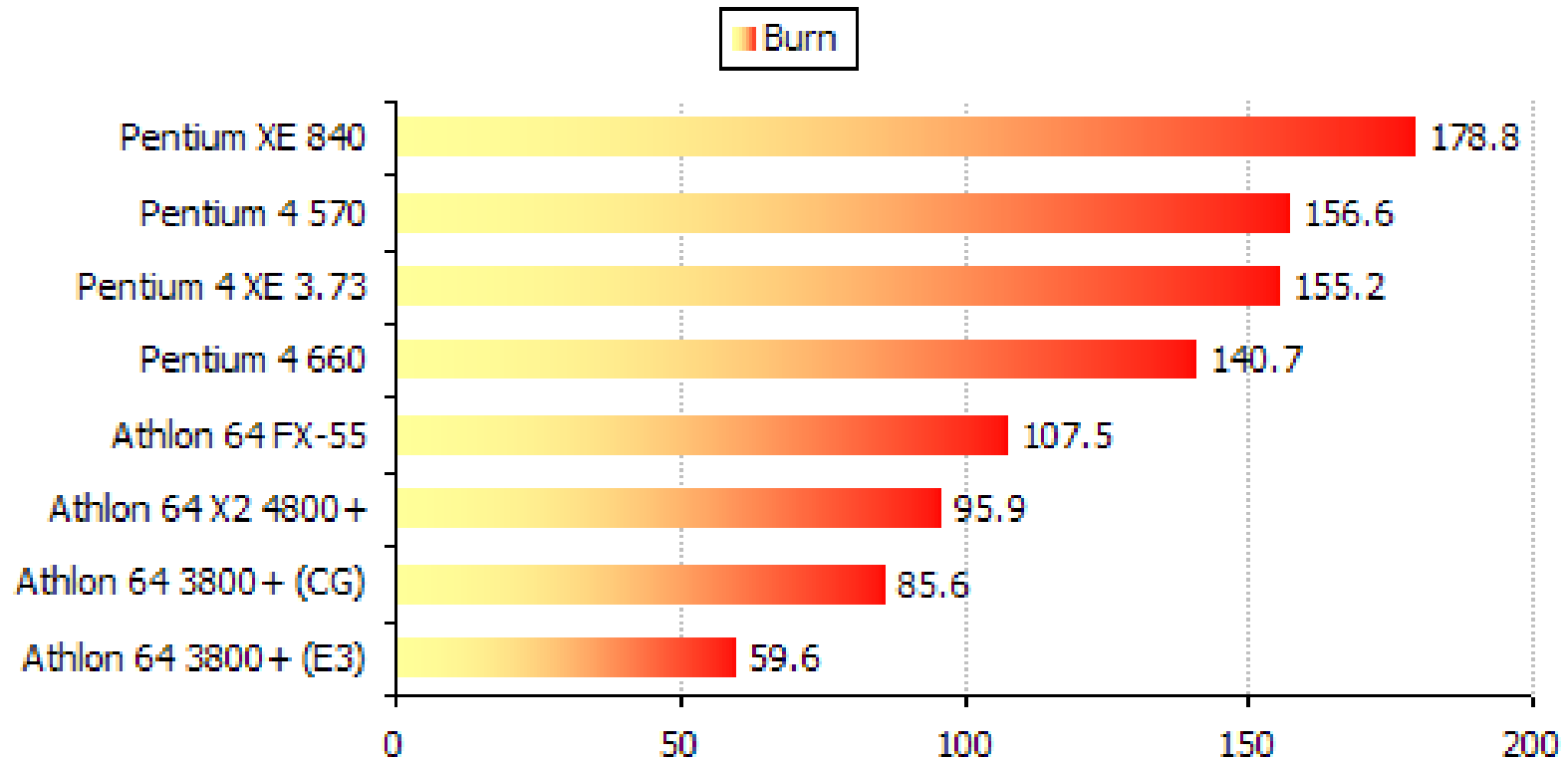
**Unreal Tournament 2004, 1024x768**





## DISSIPACÃO TÉRMICA

Power Consumption, W



## Phenom (K10)

- Processadores de 2,3,4 e 6 núcleos, conhecidos como:
  - Phenom X3 e X4
  - Phenom IIX2
  - Phenom II X3
  - Phenom II X4
  - Phenom II X6

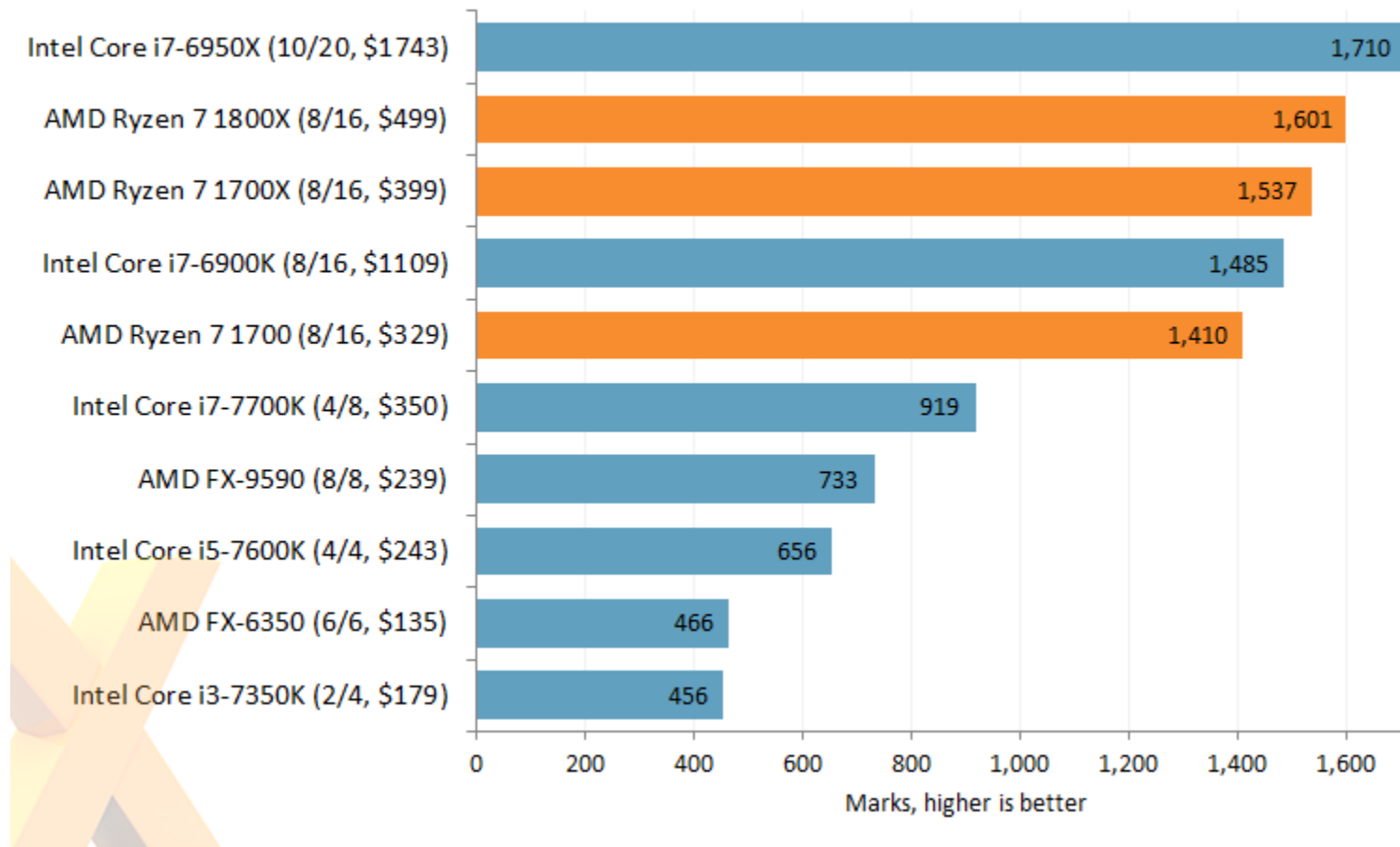
## AMD Ryzen Threadripper

- 8 a 32 núcleos
- 16 a 64 threads de processamento

## AMD Athlon FX

- Em média 4 a 8 núcleos
- Precisa ter placa de vídeo separada

## Cinebench - AMD Ryzen vs. Intel Core



## NOMENCLATURA DE PROCESSADORES

**AMD**

VS

**INTEL**

Ryzen 7 1700X

Intel Core i9 - 9900K

### INDICA O SEGMENTO DO PROCESSADOR

7 - PROFISSIONAL  
5 - ALTA PERFORMANCE  
3 - CONVENCIONAL

### INDICA A LINHA DO PROCESSADOR

i9 - TOP DE LINHA  
i7 - COMPLETO  
i5 - INTERMEDIÁRIO  
i3 - BÁSICO

### QUANTIFICA A PERFORMANCE DO PROCESSADOR

7,8 - PROFISSIONAL  
4,5 6 - ALTA PERFORMANCE

### INDICA A GERAÇÃO DO PROCESSADOR

QUANTO MAIOR, MAIS RECENTE É O PROCESSADOR, SENDO QUE O 9 INDICA QUE É A 9ª E ÚLTIMA GERAÇÃO DO MERCADO

## MODELO DO PROCESSADOR

VARIA DE CADA FABRICANTE, MAS EM GERAL, QUANTO MAIOR O NÚMERO, MAIS RECENTE FOI O LANÇAMENTO DESSE MODELO NO MERCADO

## SUFIXOS DE PROCESSAMENTO E CONSUMO DE ENERGIA

X - PROCESSADOR DE ALTA PERFORMANCE

T - BAIXO CONSUMO DE ENERGIA

S - BAIXO CONSUMO DE ENERGIA COM PLACA INTEGRADA

H - ALTA PERFORMANCE (MOBILE)

U - PROCESSADOR COMUM (MOBILE)

M - BAIXO CONSUMO DE ENERGIA (MOBILE)

K - PROCESSADOR COM OVERCLOCK

G - COM PLACA DE VÍDEO ONBOARD (PARA NOTEBOOK)

U - BAIXO CONSUMO DE ENERGIA (PARA NOTEBOOK)

T - REDUZ UM POUCO O CONSUMO DE ENERGIA

H - ALTA PERFORMANCE COM PLACA DE VÍDEO INTEGRADA

Y - MUITA REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA

Q - QUATRO NÚCLEOS

M - PROCESSADORES DE NOTEBOOKS

C - OVERCLOCK COM PLACA DE VÍDEO INTEGRADA

S - OTIMIZADO PARA PERFORMANCE

X - EXTREME EDITION

