

”

**E-fólio A** | Folha de resolução para E-fólio



**UNIDADE CURRICULAR:** Sistemas Computacionais

**CÓDIGO:** 21174

**DOCENTE:** Nelson Russo

**A preencher pelo estudante**

**NOME:** Leonardo Silva

**N.º DE ESTUDANTE:** 2305494

**CURSO:** Licenciatura em Engenharia Informática

**DATA DE ENTREGA:** 04/11/2025

## TRABALHO / RESOLUÇÃO:

### 1.

A Lei de Moore prevê o duplicar de recursos a cada 18-24 meses, previsão a qual se provou real durante muitos anos desde a data em que surgiu, em 1965. Sendo o recurso em questão, a quantidade de transístores por chip. Apesar do nome, a Lei de Moore não é uma lei científica e sim uma observação e previsão feita por Moore.

Com o tempo, seguir o pretendido e duplicar (ou mais) o número transístores, fez com que atingíssemos um limite físico. De modo a não travar o avanço computacional, começamos a pensar em novas formas de trabalhar os recursos disponíveis para melhorar cada vez mais o desempenho, focando assim em novas arquiteturas.

No gráfico da página 40 do livro (**Computer Organization and Design 5E - Patterson Hennessy, capítulo 1.**) podemos observar um grande crescimento energético e de clock rate do Pentium 4 Willamette (2001) para o Pentium 4 Prescott (2004), porém, como indicado na mesma página, o avanço em performance não foi tão significativo. Neste ponto temos um computador que já trabalha com pipelines, porém, longos e com um custo energético total muito elevado, o que levou ao “ponto de viragem” nos processadores Intel. A linha a seguir reformula a maneira Intel de trabalhar, contendo um clock rate menor, menos consumo energético e mais transístores, o Core 2 Kentsfield é lançado em 2007 com a ideia de dois chips duo-core unidos no mesmo encapsulamento, permitindo uma maior divisão de tarefas em simultâneo (paralelismo) com pipelines menores, o que aumentou a sua performance.

Já no Core i5 Clarkdale temos um maior clock rate (em relação ao core 2), um consumo energético menor e **menos transístores!** Sendo agora possível ter uma melhora significativa de desempenho com menos transístores, o que antes era a base do aumento computacional. Para atingir tal façanha o Core i5 utilizou uma arquitetura heterogênea, misturando CPU com GPU, permitindo uma maior divisão de processos já que agora temos uma CPU focada em tarefas sequenciais e no sistema operacional, e uma GPU especializada em processamentos paralelos. Permitindo assim um aumento significativo no desempenho, evitando a sobrecarga de uma unidade de processamento.

O aumento de paralelismo trouxe-nos um novo limite, a **Memory Wall**, resultado de uma grande evolução na velocidade dos processadores em um passo diferente do avanço na velocidade das memórias. Neste ponto, a hierarquia de memória tem um papel crucial, agregando as memórias mais rápidas (cache L1, L2, L3, etc) para os pontos mais utilizados, diminuindo o tempo de espera (*stall*) no paralelismo.

Para concluir, acredito que a Lei de Moore não morreu e nem morrerá, mas ficará estagnada quando não houver inovações suficientes para manter o ritmo de melhoria, servindo assim também como fonte de motivação e objetivo para os desenvolvedores.

Possivelmente, a computação neuromórfica (que busca reproduzir a maneira como o cérebro funciona) e quântica podem trazer grandes avanços no mundo da computação pelo alto desempenho. Como ainda temos apenas testes, precisaremos aguardar para confirmar se as promessas de melhoras se concretizarão.

### 2.

**a)** Assumindo a fórmula como sendo a mesma utilizada na atividade formativa 2, temos

$T(p) = \frac{t}{p} + \text{overhead}$  onde:

- $T(p)$  = Tempo de execução da tarefa com  $p$  processadores.
- $t$  = Tempo de execução com apenas 1 processador, ou seja, antes da divisão de tarefas

Sabendo que, dos 120 segundos apenas 45% pode ser paralelizável, temos uma tarefa com um tempo de execução  $t = 120 \times 0,45 = 54$  segundos para aplicar à fórmula acima. Com isso temos:

$$T(4) = \frac{t}{4} + 0 \text{ (overhead desprezável)} = \frac{54}{4} + 0 = 13,5 \text{ segundos.}$$

Tempo total =  $13,5 + 120 \times 0,55$  (55% de 120) =  $13,5 + 66 = 79,5$  segundos, uma economia de 40,5 segundos

**b)** Neste caso temos um *overhead* não desprezável, alterando a fórmula para  $T(p) = \frac{t}{p} +$

10% ou  $T(p) = \frac{t}{p} \times 1,10$ , aplicando, temos:

$$T(4) = \frac{54}{4} \times 1,10 = 13,5 \times 1,10 = 14,85 \text{ segundos de execução.}$$

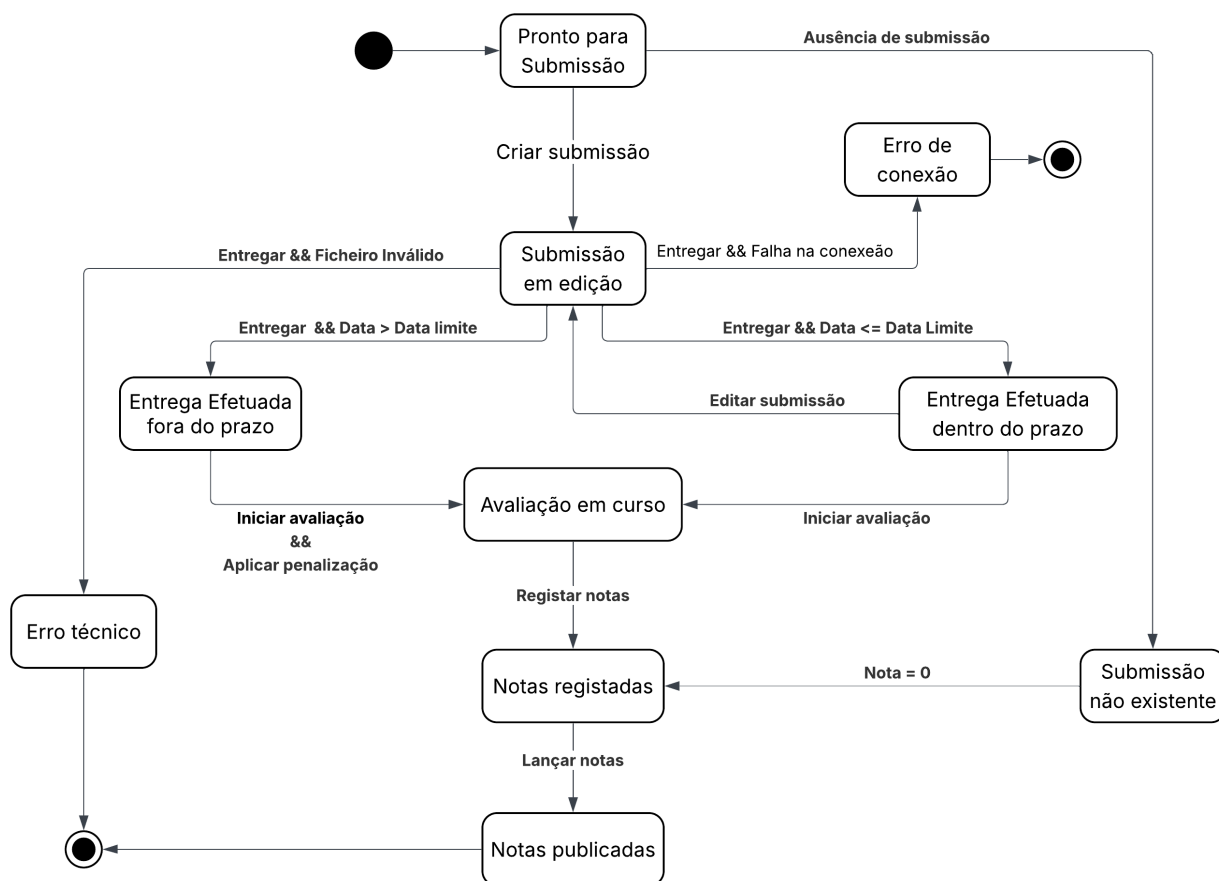
Tempo total =  $14,85 + 66 = 80,85$  segundos.

**c)** Ao analisar os resultados acima podemos verificar que a parte afetada pela redução é referente às tarefas paralelizáveis, assim como indicado na Lei de Amdahl, a redução da execução total está limitada à melhoria das partes afetadas.

Neste caso não sendo possível diminuir 45% ou mais do tempo total (120 segundos), já que 45% deste tempo correspondem às tarefas paralelizáveis e não há formas de reduzir para 0 segundos, caso contrário, não existiria este passo.

Para além disso temos de considerar o *overhead*, que poderá aumentar (ou não) conforme o número de processadores também aumenta, trazendo uma implicação real no uso de paralelismo. Por exemplo, se o *overhead* for sempre correspondente a 10% do tempo de execução da parte paralela após a sua distribuição pelos processadores, não há qualquer problema em aumentar ainda mais os processadores (custos energéticos e espaço físico ignorados neste exemplo) já que teremos uma performance cada vez melhor (nesta tarefa), porém, se o *overhead* aumentar conforme o número de processadores, poderá ser inviável a partir de certo ponto obter mais e mais processadores.

3)



Este diagrama de máquina de estados possui o estado inicial **Pronto para Submissão** e 3 possíveis estados finais:

- **Erro técnico**, para a entrega de ficheiros inválidos, seja pelo formato, tamanho ou qualquer outra especificação imposta na plataforma.
- **Erro de conexão**, o que pode ser muito comum ao tentar efetuar uma submissão, obrigando a reiniciar o processo. Sendo inclusive uma indicação do módulo de ambientação online, o backup em um documento físico antes de tentar submeter.
- **Notas publicadas**, que simboliza o fim da jornada do e-fólio.

Cada transição leva a **um** e apenas **um** estado seguinte, o que torna o modelo **sequencial** e **determinístico**, já que não existem transições ambíguas que transicionem para estados diferentes.

Ao elaborar o diagrama considerei possível editar uma submissão mesmo após o prazo de entrega (caso a entrega original tenha sido feita dentro do prazo), ficando assim a contar como se o aluno estivesse a entregar fora do prazo estipulado.

Este diagrama foi desenvolvido com base em uma máquina de Moore, já que as saídas do sistema dependem do estado atual e não diretamente das transições existentes.

Para concluir, utilizei uma IA-G como apoio reflexivo e para obter feedbacks, em nenhum momento solicitei a resposta de um exercício. Todas as decisões de estados e transições são da minha autoria e responsabilidade, ao utilizar a IA-G solicitei que a mesma atuasse como um docente a dar feedbacks construtivos mas nunca a resolução da questão.

## Bibliografia:

### Questão 1:

- Páginas 11, 25, 40 **Computer Organization and Design 5E - Patterson Hennessy, capítulo 1.**
- Quantidade de transístores:
  - <https://www.techpowerup.com/cpu-specs/pentium-4-ht-516.c448>
  - <https://www.techpowerup.com/cpu-specs/core-2-extreme-qx6850.c464>
  - <https://www.techpowerup.com/cpu-specs/core-i5-661.c711>
- <https://newsroom.intel.com/tech101/understanding-moores-law>
- <https://blog.eveo.com.br/cpu-gpu-tpu-computacao-heterogenea>
- <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/neuromorphic-computing>
- <https://ayarlabs.com/glossary/memory-wall/>
- **Gemini 2.5** - Utilizado para discutir ideias, sem obter a resposta e organização das ideias do meu texto. Nenhuma informação foi tirada da IA, todos os dados possuem fontes (indicadas acima).

### Questão 2:

- Lei de Amdahl, página 72
- AF2 - Fórmula para o cálculo  $\frac{t}{p} + overhead$