

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

MEEC

2º SEMESTRE 2014/2015

## ARQUITECTURAS AVANÇADAS DE COMPUTADORES

2º Projecto

Descrição do processador  $\mu$ RISC a funcionar  
em pipeline

João Baúto N° 72856

João Severino N° 73608

Docente: Prof. Leonel Sousa

9 de Maio de 2015

# Conteúdo

|          |                              |          |
|----------|------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Conflitos de Controlo</b> | <b>2</b> |
| 1.1      | Formato I . . . . .          | 2        |
| 1.2      | Formato II e III . . . . .   | 2        |
| 1.3      | BTB . . . . .                | 3        |
| 1.4      | BPB . . . . .                | 3        |

# 1. Conflitos de Controlo

A unidade de Conflitos de Controlo analisa as instruções que chegam ao andar de *Instruction Decoding/Register Fetch* e em caso de se tratar de uma instrução de transferência de controlo decide o próximo endereço a colocar no registo do *Program Counter*.

As instruções de transferência de controlo dividem-se em 3 formatos:

## 1.1 Formato I

|    |    |    |    |      |   |         |   |
|----|----|----|----|------|---|---------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11   | 8 | 7       | 0 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | Cond |   | Destino |   |
| 0  | 0  | 0  | 1  | Cond |   | Destino |   |

Para este formato é usada uma BTB onde são armazenados os dados para prever o resultado. Para executar a predição dos saltos são usados 2 bits que codificam 4 estados, onde o bit mais significativo é usado para decidir entre saltar e não saltar.

- 00 strong not taken
- 01 weak not taken
- 10 weak taken
- 11 strong taken

Esta predição é depois atualizada com os resultados da unidade de flags e com a utilização de uma BPB e armazenada esta nova informação na BTB.

## 1.2 Formato II e III

No caso dos Formatos II e III não existe a necessidade de fazer predição, pois tratam-se de saltos incondicionais, ou seja, ocorrem sempre.

No caso do Formato II é um salto com um offset e é usado um somador na própria unidade de Conflitos de Controlo.

|    |    |    |    |    |         |   |
|----|----|----|----|----|---------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 |         | 0 |
| 0  | 0  | 1  | 0  |    | Destino |   |

No caso do Formato III é um salto para um valor armazenado num registo RB, valor este que é verificado pela unidade de Conflito de Dados se o valor presente no Register File é o mais atualizado ou se há a necessidade de fazer forwarding.

|    |    |    |    |    |    |  |    |   |   |
|----|----|----|----|----|----|--|----|---|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 |  | 3  | 2 | 0 |
| 0  | 0  | 1  | 1  | R  |    |  | RB |   |   |

### 1.3 BTB

A BTB consiste numa pequena memória que funciona como *cache* que armazena os resultados de ocorrências passadas da mesma instrução e qual o seu desfecho. A BTB tem 128 posições endereçadas pelos 7 bits menos significativos do PC da instrução de controlo e os restantes bits são armazenados como uma TAG que é usada para verificar se a instrução em memória corresponde à mesma transferência controlo.

É também armazenados os bits de predição que ajudam a determinar se o salto vai ser *taken* ou *not taken*.

### 1.4 BPB

A BPB consiste numa unidade que recebe os bits de predição antigos e o verdadeiro resultado da instrução proveniente da unidade de flags e calcula os bits atualizados.

| Old bits | Taken | New bits |
|----------|-------|----------|
| 0 0      | 0     | 0 0      |
| 0 0      | 1     | 0 1      |
| 0 1      | 0     | 0 0      |
| 0 1      | 1     | 1 0      |
| 1 0      | 0     | 0 1      |
| 1 0      | 1     | 1 1      |
| 1 1      | 0     | 1 0      |
| 1 1      | 1     | 1 1      |

Estes novos bits são armazenados na BTB para serem usados em próximas ocorrências da instrução.

### Execution Time vs Delay Slot Usage - Teste 3

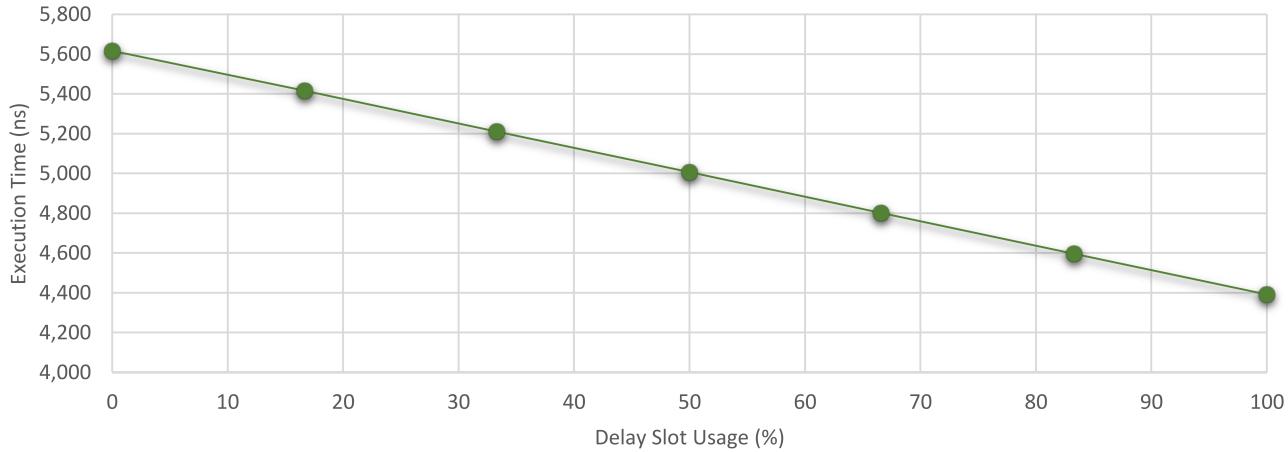


Figura 1.1: Relação Tempo de execução - Utilização do Delay Slot para Teste 3.

### Execution Time vs Delay Slot Usage - Teste 2



Figura 1.2: Relação Tempo de execução - Utilização do Delay Slot para Teste 2.

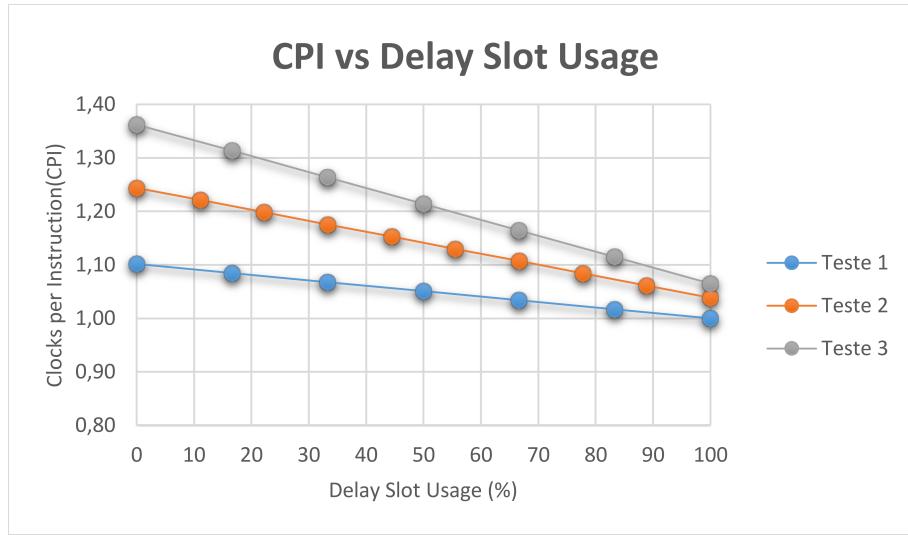


Figura 1.3: Relação CPI - Utilização do Delay Slot para os Testes 1,2 e 3.

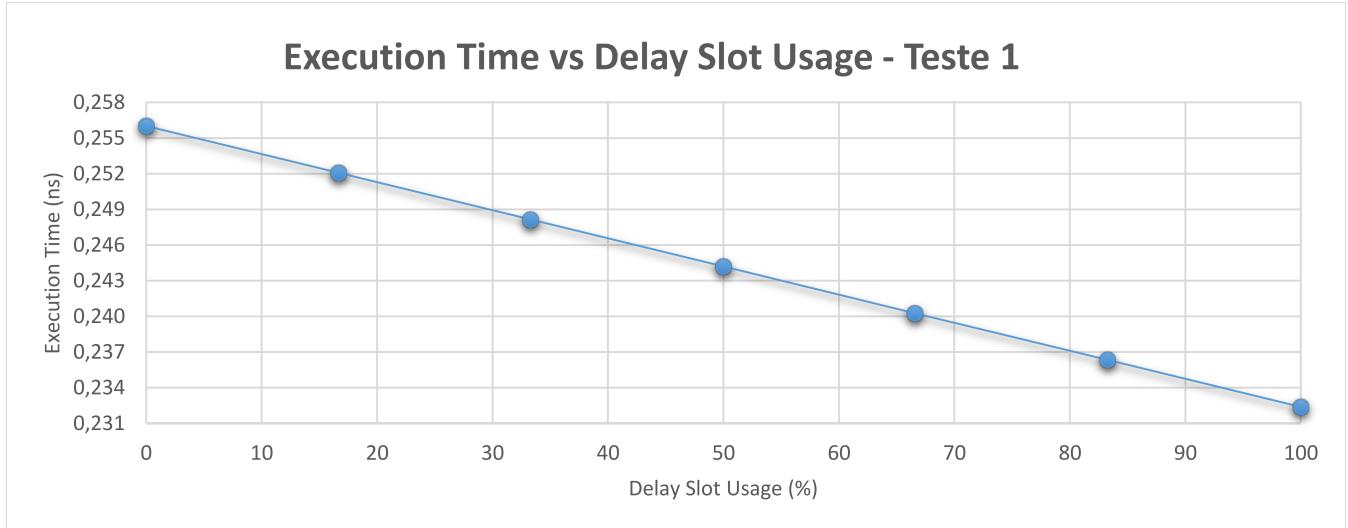


Figura 1.4: Relação Tempo de execução - Utilização do Delay Slot para Teste 1

| # Teste | Delay Slot Usage (%) | # Operations | # Cycles | # Nop | # Override | CPI  | Execution Time (ns) | Frequency (MHz) |
|---------|----------------------|--------------|----------|-------|------------|------|---------------------|-----------------|
| 1       | 0                    | 59           | 65       | 6     | 0          | 1,10 | 0,256               | 253,89          |
|         | 16,67                | 59           | 64       | 5     | 0          | 1,08 | 0,252               |                 |
|         | 33,3                 | 59           | 63       | 4     | 0          | 1,07 | 0,248               |                 |
|         | 50                   | 59           | 62       | 3     | 0          | 1,05 | 0,244               |                 |
|         | 66,6                 | 59           | 61       | 2     | 0          | 1,03 | 0,240               |                 |
|         | 83,3                 | 59           | 60       | 1     | 0          | 1,02 | 0,236               |                 |
|         | 100                  | 59           | 59       | 0     | 0          | 1    | 0,232               |                 |
| 2       | 0                    | 2343         | 2914     | 481   | 90         | 1,24 | 11,477              | 253,89          |
|         | 11,11                | 2343         | 2861     | 428   | 90         | 1,22 | 11,269              |                 |
|         | 22,22                | 2343         | 2808     | 375   | 90         | 1,20 | 11,060              |                 |
|         | 33,33                | 2343         | 2754     | 321   | 90         | 1,18 | 10,847              |                 |
|         | 44,44                | 2343         | 2701     | 268   | 90         | 1,15 | 10,638              |                 |
|         | 55,56                | 2343         | 2647     | 214   | 90         | 1,13 | 10,426              |                 |
|         | 66,67                | 2343         | 2594     | 161   | 90         | 1,11 | 10,217              |                 |
|         | 77,78                | 2343         | 2540     | 107   | 90         | 1,08 | 10,004              |                 |
|         | 88,89                | 2343         | 2487     | 54    | 90         | 1,06 | 9,796               |                 |
|         | 100                  | 2343         | 2433     | 0     | 90         | 1,04 | 9,583               |                 |
| 3       | 0                    | 1047         | 1426     | 311   | 68         | 1,36 | 5,617               | 253,89          |
|         | 16,67                | 1047         | 1375     | 260   | 68         | 1,31 | 5,416               |                 |
|         | 33,3                 | 1047         | 1323     | 208   | 68         | 1,26 | 5,211               |                 |
|         | 50                   | 1047         | 1271     | 156   | 68         | 1,21 | 5,006               |                 |
|         | 66,6                 | 1047         | 1219     | 104   | 68         | 1,16 | 4,801               |                 |
|         | 83,3                 | 1047         | 1167     | 52    | 68         | 1,11 | 4,596               |                 |
|         | 100                  | 1047         | 1115     | 0     | 68         | 1,06 | 4,392               |                 |

Figura 1.5: Estatísticas do Pipeline para os Testes realizados.