**Trabalho 2:**

foo: **L.D F2, 0 (R1) ; (F2) = X(i)**

**MUL.D F4, F2 , F0 ; (F4) = a\* X(i)**

**L.D F6, 0 (R2) ; (F6) = Y(i)**

**ADD.D F6, F4, F6 ; (F6) = a \* X(i) + Y(i)**

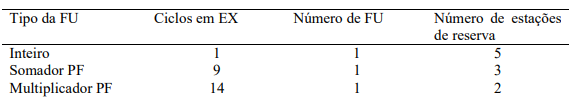
**S.D F6, 0 (R2) ; Y(i) = a \*X(i) + Y(i)**

**DADDIU R1, R1, #8 ; increment X index**

**DADDIU R2, R2, #8 ; increment Y index**

**DSLTU R3, R1, R4 ; test: continue loop?**

**BNEZ R3, foo ; loop if needed**

****

| **i** | **Instrução** | **Despacho** | **Executa** | **Mem** | **CDB** | **Comentário** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **L.D F2, 0 (R1)** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1º despacho** |
| **1** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **1** | **5-18** | **-** | **19** | **Espera Load [2-18]** |
| **1** | **L.D F6, 0 (R2)** | **2** | **3** | **4** | **5** | **Sem atraso [2-4]** |
| **1** | **ADD.D F6, F4, F6** | **2** | **20-28** | **-** | **29** | **Espera MULD [2-28]** |
| **1** | **S.D F6, 0 (R2)** | **3** | **4** | **30** | **-** | **Espera ADD.D [3-29]** |
| **1** | **DADDIU R1, R1, #8** | **3** | **5** | **-** | **6** | **FU - inteiro cheia [3-5]** |
| **1** | **DADDIU R2, R2, #8** | **4** | **6** | **-** | **7** | **FU - inteiro cheia [4-6]** |
| **1** | **DSLTU R3, R1, R4** | **4** | **7** | **-** | **8** | **FU - inteiro cheia [4-7]** |
| **1** | **BNEZ R3, foo** | **5** | **9** | **-** | **-** | **Espera R3 e Fu - inteiro cheia [5-9]** |
| **2** | **L.D F2, 0 (R1)** | **6** | **10** | **11** | **12** | **Espera BNEZ e verifica R1 [6-10]** |
| **2** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **6** | **19-32** | **-** | **33** | **Espera LD, primeiro MULT e FU cheia [6-32]** |
| **2** | **L.D F6, 0 (R2)** | **7** | **11** | **12** | **13** | **UF cheia, verifica R2 [7-12]** |
| **2** | **ADD.D F6, F4, F6** | **7** | **34-42** | **-** | **43** | **Espera LD e MULD** |
| **2** | **S.D F6, 0 (R2)** | **8** | **12** | **44** | **-** | **FU-cheia [8-43]** |
| **2** | **DADDIU R1, R1, #8** | **8** | **13** | **-** | **14** | **Espera FU** |
| **2** | **DADDIU R2, R2, #8** | **9** | **14** | **-** | **15** | **Espera FU** |
| **2** | **DSLTU R3, R1, R4** | **9** | **15** | **-** | **16** | **Espera FU** |
| **2** | **BNEZ R3, foo** | **10** | **17** | **-** | **-** | **Espera DSLU** |
| **3** | **L.D F2, 0 (R1)** | **11** | **18** | **19** | **20** | **Espera BNEZ** |
| **3** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **19** | **33-46** | **-** | **47** | **Estação de reserva cheia, stall, [19-46]** |
| **3** | **L.D F6, 0 (R2)** | **19** | **20** | **21** | **22** | **Sem atraso** |
| **3** | **ADD.D F6, F4, F6** | **20** | **48-56** | **-** | **57** | **Espera MULD e LD** |
| **3** | **S.D F6, 0 (R2)** | **20** | **21** | **58** | **-** | **Espera FU e ADD,D** |
| **3** | **DADDIU R1, R1, #8** | **21** | **22** | **-** | **23** | **Espera FU …** |

**Estações de Reserva**

- preenchido a cada despacho

- A: Mem[...]

- Vj, Vk: valores efetivamente escritos (Reg[Rn])

- Qj, Qk: valores a serem "encaminhados"

- escreve nome da estação que vai cuspir ela

- anota no "status dos registradores" a estação que vai cuspir

**MULTITHREADING**

Granulação Fina

- a cada ciclo despacha todas as instruções possíveis da mesma thread

- se alguma tiver dependencia, despachada no próximo despacho

**Exemplo foo com previsão:**

| **i** | **Instrução** | **D** | **Ex** | **Mem** | **CDB** | **OK** | **Comentário** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **L.D F2, 0 (R1)** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1º despacho** |
| **1** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **1** | **5-18** | **-** | **19** | **20** | **Espera LD** |
| **1** | **L.D F6, 0 (R2)** | **2** | **3** | **4** | **5** | **20** | **Confirma em ordem** |
| **1** | **ADD.D F6, F4, F6** | **2** | **20-28** | **-** | **29** | **30** | **Espera MULD** |
| **1** | **S.D F6, 0 (R2)** | **3** | **4** | **-** | **-** | **30** | **Confirma em ordem** |
| **1** | **DADDIU R1, R1, #8** | **3** | **5** | **-** | **6** | **31** | **UF cheia** |
| **1** | **DADDIU R2, R2, #8** | **4** | **6** | **-** | **7** | **31** | **UF cheia** |
| **1** | **DSLTU R3, R1, R4** | **4** | **7** | **-** | **8** | **32** | **UF cheia** |
| **1** | **BNEZ R3, foo** | **5** | **9** | **-** | **-** | **32** | **Espera R3** |
| **2** | **L.D F2, 0 (R1)** | **6** | **8** | **9** | **10** | **33** | **Hazard Estrutura** |
| **2** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **6** | **19-32** | **-** | **33** | **34** | **Hazard Estrutural - MUL Cheia** |
| **2** | **L.D F6, 0 (R2)** | **7** | **10** | **11** | **12** | **34** | **Espera UF** |
| **2** | **ADD.D F6, F4, F6** | **7** | **34-42** | **-** | **43** | **44** | **Espera LD** |
| **2** | **S.D F6, 0 (R2)** | **8** | **11** | **-** | **-** | **44** | **UF cheia e espera** |
| **2** | **DADDIU R1, R1, #8** | **8** | **12** | **-** | **13** | **45** | **UF cheia** |
| **2** | **DADDIU R2, R2, #8** | **9** | **13** | **-** | **14** | **45** | **UF cheia** |
| **2** | **DSLTU R3, R1, R4** | **9** | **14** | **-** | **15** | **46** | **UF cheia** |
| **2** | **BNEZ R3, foo** | **10** | **16** | **-** | **-** | **46** | **Espera R3** |
| **3** | **L.D F2, 0 (R1)** | **11** | **15** | **16** | **17** | **47** | **UF cheia** |
| **3** | **MUL.D F4, F2 , F0** | **19** | **33-46** | **-** | **47** | **48** | **Rs cheia. Espera F2 e UF cheia** |
| **3** | **L.D F6, 0 (R2)** | **19** | **20** | **21** | **22** | **48** | **Sem atraso e confirma em ordem** |
| **3** | **ADD.D F6, F4, F6** | **20** | **48-56** | **-** | **57** | **58** | **Espera F4** |
| **3** | **S.D F6, 0 (R2)** | **20** | **21** | **-** | **-** | **58** | **Espera F6 e confirma em ordem** |
| **3** | **DADDIU R1, R1, #8** | **21** | **22** | **-** | **23** | **59** | **UF cheia…** |

Loop: **LD F2, 0(R1) ; DIV.D F4, F2, F0 ; ADD.D F4, F2, F0**

**MUL.D F6, F2, F0 ; S.D F6, 0(R1) ;DADDIU R1,R1, #-8**

**BNEZ R1, Loop**

5 ciclos para PF. 1 unidade soma PF e 1 unidade Mult PF. 3 entradas na RS de PF.

| **i** | **Instrução** | **D** | **Ex** | **Mem** | **CDB** | **Comentário** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **LD F2, 0(R1)** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1º despacho** |
| **1** | **DIV.D F4, F2, F0** | **1** | **5-9** | **-** | **10** | **Espera por F2 do LD [2-9]** |
| **1** | **ADD.D F4, F2, F0** | **2** | **5-9** | **-** | **11** | **Espera por F2 do LD e escrita do DIV no CDB** |
| **1** | **MUL.D F6, F2, F0** | **2** | **10-14** | **-** | **15** | **Espera o termino do DIV.D, Uf em uso [3-14]** |
| **1** | **S.D F6, 0(R1)** | **3** | **4** | **16** | **-** | **Espera por F6 do MUL.D** |
| **1** | **DADDIU R1,R1, #-8** | **3** | **5** | **-** | **6** | **Espera o uso da Unidade pelo SD** |
| **1** | **BNEZ R1, Loop** | **4** | **7** | **-** | **-** | **Espera R1 do DADDIU** |
| **2** | **LD F2, 0(R1)** | **5** | **8** | **9** | **12** | **Espera BNEZ e uso do CDB** |
| **2** | **DIV.D F4, F2, F0** | **5** | **15-19** | **-** | **20** | **Espera a EX de MUL.D [6-19]** |
| **2** | **ADD.D F4, F2, F0** | **6** | **13-17** | **-** | **18** | **Espera por F2 do LD** |
| **2** | **MUL.D F6, F2, F0** | **10** | **20-24** | **-** | **25** | **Espera a liberação da RS e UF.** |
| **2** | **S.D F6, 0(R1)** | **10** | **11** | **26** | **-** | **Espera por F6 do MUL.D** |
| **2** | **DADDIU R1,R1, #-8** | **11** | **12** | **-** | **14** | **Sem atraso** |
| **2** | **BNEZ R1, Loop** | **11** | **15** | **-** | **-** | **Espera por R1 do DADDIU.** |

Com especulação: Existem UF e RS suficientes:

| **i** | **Instrução** | **D** | **Ex** | **Mem** | **CDB** | **OK** | **Comentário** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **LD F2, 0(R1)** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **1º despacho** |
| **1** | **DIV.D F4, F2, F0** | **1** | **5-9** | **-** | **10** | **11** | **Espera por F2 do LD** |
| **1** | **ADD.D F4, F2, F0** | **2** | **5-9** | **-** | **10** | **11** | **Espera por F2 do LD** |
| **1** | **MUL.D F6, F2, F0** | **2** | **5-9** | **-** | **10** | **12** | **Espera por F2 do LD e confirmação em ordem** |
| **1** | **S.D F6, 0(R1)** | **3** | **4** | **-** | **-** | **12** | **Confirmação em ordem e espera F6** |
| **1** | **DADDIU R1,R1, #-8** | **3** | **4** | **-** | **5** | **13** | **Confirmação em ordem** |
| **1** | **BNEZ R1, Loop** | **4** | **6** | **-** | **-** | **13** | **Espera R1 do DADDIU e confirmação em ordem** |
| **2** | **LD F2, 0(R1)** | **5** | **6** | **7** | **8** | **14** | **Confirmação na ordem** |
| **2** | **DIV.D F4, F2, F0** | **5** | **9-13** | **-** | **14** | **15** | **Espera po F2 do LD** |
| **2** | **ADD.D F4, F2, F0** | **6** | **9-13** | **-** | **14** | **15** | **Espera por F2 do LD** |
| **2** | **MUL.D F6, F2, F0** | **6** | **9-13** | **-** | **14** | **16** | **Espera por F2 e confirmação em ordem** |
| **2** | **S.D F6, 0(R1)** | **7** | **8** | **-** | **-** | **16** | **Confimação em ordem** |
| **2** | **DADDIU R1,R1, #-8** | **7** | **8** |  | **9** | **17** | **Confimação em ordem** |
| **2** | **BNEZ R1, Loop** | **8** | **10** | **-** | **-** | **17** | **Espera R1 do DADDIU e confirmação em ordem** |

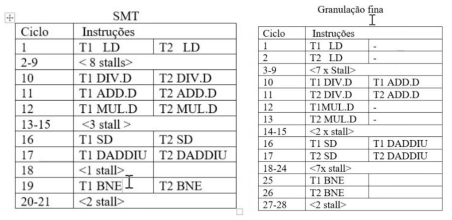
**Tabela do ROB no quarto ciclo:**

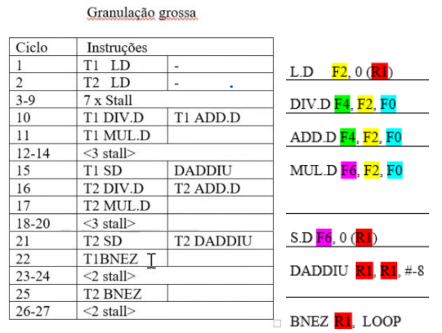
| **Buffer de Reordenação** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | **Busy** | **LD** | **Estágio** | **Reg Dest** | **Valor** |
| **1** | **y** | **LD F2, 0(R1)** | **Escrita** | **F2** | **mem [0+Reg[R1]]** |
| **2** | **y** | **DIV.D F4, F2, F0** | **Despacho** | **F4** |  |
| **3** | **y** | **ADD.D F4, F2, F0** | **Despacho** | **F5** |  |
| **4** | **y** | **MUL.D F6, F2, F0** | **Despacho** | **F6** |  |
| **5** | **y** | **S.D F6, 0(R1)** | **Execução** | **-** |  |
| **6** | **y** | **DADDIU R1,R1, #-8** | **Execução** | **R1** |  |
| **7** | **y** | **BNEZ R1, Loop** | **Despacho** | **PC** |  |

| **Estações de Reserva** | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | **Busy** | **Op** | **Vj** | **Vk** | **Qj** | **Qk** | **A** |
| **Load1** | **y** | **LD** |  |  |  |  | **M[Reg[R1] + 0]** |
| **Load2** | **y** | **SD** |  |  | **Mult2** |  |  |
| **Add1\_int** | **y** | **ADD** | **Reg[R1]** | **-8** |  |  |  |
| **Add2\_int** | **y** | **BNEZ** |  |  | **Add1\_int** |  |  |
| **Add3\_int** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Add1-PF** | **y** | **ADD** |  | **R[F0]** | **Load1** |  |  |
| **Add2-PF** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Mult1** | **y** | **DIV** |  | **R[F0]** | **Load1** |  |  |
| **Mult2** | **y** | **MULT** |  | **R[F0]** | **Load1** |  |  |

| **Status do Regs** | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **F0** | **F1** | **F2** | **F3** | **F4** | **F5** | **F6** | **F7** |
| **Qi** | **-** | **-** | **Load1** | **-** | **-** | **-** | **Mult2** | **-** |

| **Status do Regs** | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Campo** | **R0** | **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** | **R7** |
| **Qi** | **-** | **Add1-int** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** |

****

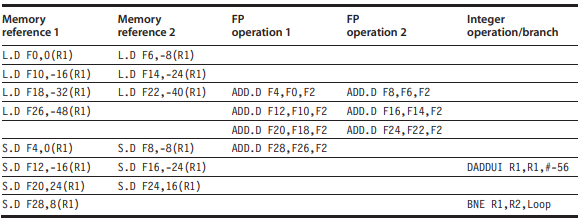
****

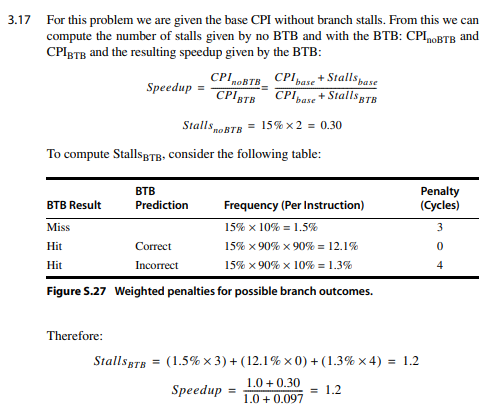
**BTB**

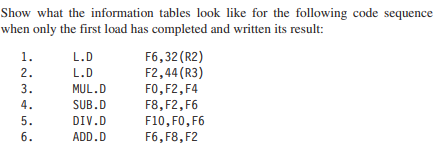
**=> Pmedia = FREQdesvio\_analisado \* (PRECISAOprevisao \* (TAXA\_acerto \* Pa + Te \* Pe) + (1 - PRECISAOprevisao) \* PEN\_FALHA\_BTB) versão simplificada:**

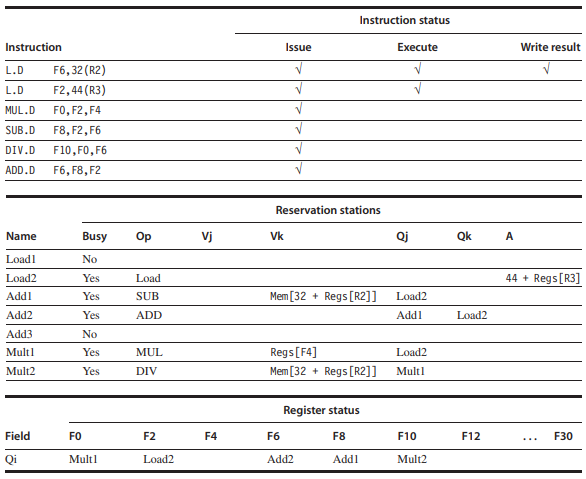
**=> Pmedia = FREQdesvio\_analisado \* (TAXA\_acerto \* Pa + (1 - TAXA\_acerto) \* PEN\_FALHA\_**

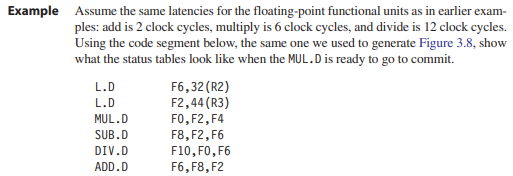
**VLIW:**

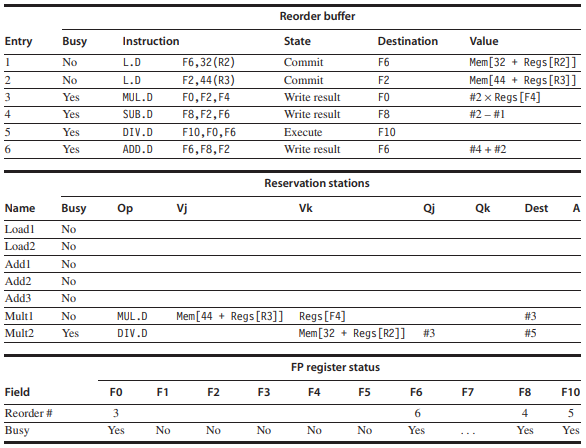
****

****

****

****

****

****