

| Instruções Nativas  |              |  |                       | Instruções Virtuais                                   |                 |   |                  | DETI-UA - ACI |  |  |  |
|---|--------------|--|-----------------------|---|-----------------|---|------------------|---------------|--|--|--|
| Transferência Memória-Registro ( <i>Load</i> )              |              | Cálculo c/ Inteiros: Operações Aritméticas |                       | Transferência Memória-Registro ( <i>Load</i> )        |                 | Salto Relativo ( <i>Branch</i> )              |                  |               |  |  |  |
| lb  | Rdst, addr   | add  | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | l.d   | FPdst, addr     | b   | Label            |               |  |  |  |
| lbu   | Rdst, addr   | addi                                       | Rdst, Rsrc, Imm       | l.s   | FPdst, addr     | bge   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| lw  | Rdst, addr   | addiu                                      | Rdst, Rsrc, Imm       | Transferência Registro-Memória ( <i>Store</i> )       |                 | bgeu  | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| lwc1  | CReg, addr   | addu                                       | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    |   |                 | bgt   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| ldc1  | CReg, addr   | div  | Rsrc1, Rsrc2          |   |                 | bgtu  | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| Transferência Registro-Memória ( <i>Store</i> )             |              | divu                                       | Rsrc1, Rsrc2          | Transferência Registro-Registro ( <i>Move</i> )       |                 | ble   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| sb  | Rsrc, addr   | mult                                       | Rsrc1, Rsrc2          |   |                 | bleu  | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| sw  | Rsrc, addr   | multu                                      | Rsrc1, Rsrc2          |   |                 | blt   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| swc1  | Creg, addr   | sub  | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | Manipulação de Const. ( <i>Load Imm/sym</i> )         |                 | bltu  | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| sdc1  | Creg, addr   | subu                                       | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    |   |                 | beq   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| Transferência Registro-Registro ( <i>Move</i> )             |              | Cálculo c/ Inteiros: Op. Lógicas Bitwise   |                       |   |                 | bne   | Rsrc, Src, Label |               |  |  |  |
| mfhi  | Rdst         | and  | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | la  | Rdst, sym       | Tabela I: Registos do MIPS e convenção de uso |                  |               |  |  |  |
| mflo  | Rdst         | andi                                       | Rdst, Rsrc, Imm       | li  | Rdst, IMM       |   |                  |               |  |  |  |
| mthi  | Rsrc         | nor  | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | Cálculo c/ Inteiros: Op. Aritméticas                  |                 |   |                  |               |  |  |  |
| mtlo  | Rsrc         | or   | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| mfcl  | Rdst, Creg   | ori  | Rdst, Rsrc, Imm       |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| mtcl  | Rsrc, Creg   | xor  | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | mul   | Rdst, Rsrc, Src |   |                  |               |  |  |  |
| mov.d   | FPdst, FPsrc | xori                                       | Rdst, Rsrc, Imm       | mulu  | Rdst, Rsrc, Src |   |                  |               |  |  |  |
| mov.s   | FPdst, FPsrc | Cálculo c/ Inteiros: Operações de Shift    |                       | mulo  | Rdst, Rsrc, Src |   |                  |               |  |  |  |
| Manipulação de Const. ( <i>Load Immediate</i> )             |              | sll  | Rdst, Rsrc1, Imm5     | mulou   | Rdst, Rsrc, Src |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | sllv                                       | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    | Tabela II: Registos da FPU do MIPS e convenção de uso |                 |   |                  |               |  |  |  |
| Instruções de Comparação                                    |              | sra  | Rdst, Rsrc1, Imm5     |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | srav                                       | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| Salto Relativo ( <i>Branch</i> ) e Absoluto ( <i>Jump</i> ) |              | srl  | Rdst, Rsrc1, Imm5     |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | srlv                                       | Rdst, Rsrc1, Rsrc2    |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| Manipulação de Exceções e Traps                             |              | Cálculo em Vírgula Flutuante               |                       |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | add.p                                      | FPdst, FPsrc1, FPsrc2 |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| Manipulação de Exceções e Traps                             |              | sub.p                                      | FPdst, FPsrc1, FPsrc2 |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | div.p                                      | FPdst, FPsrc1, FPsrc2 |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | mul.p                                      | FPdst, FPsrc1, FPsrc2 |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | neg.p                                      | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | abs.p                                      | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.d.s                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.d.w                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.s.d                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.s.w                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.w.d                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | cvt.w.s                                    | FPdst, FPsrc          |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
|   |              | Comparação em Vírgula Flutuante            |                       |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| break   | n            | c.eq.p                                     | FPsrc1, FPsrc2        |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| nop   |              | c.le.p                                     | FPsrc1, FPsrc2        |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| eret  |              | c.lt.p                                     | FPsrc1, FPsrc2        |   |                 |   |                  |               |  |  |  |
| syscall   |              |  |                       |   |                 |   |                  |               |  |  |  |

Rev 2024 - MBC, JLA, AO, LAU, ACP

| Tabela III: Notação |                                       |                       |  |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|
| Imm                 | Valor imediato (constante) de 16 bits | addr                  | Endereço na forma Imm(Rsrc) = (Rsrc) + Imm         |
| IMM                 | Valor imediato de 32 bits             | B <sub>k</sub> (Rsrc) | Byte índice k de Rsrc                              |
| Rsrc (1, 2)         | Registo fonte (1 ou 2)                | FPdst                 | Registo destino do coprocessador aritmético        |
| (Rsrc)              | Conteúdo de Rsrc                      | FPsrc (1, 2)          | Registo fonte do coprocessador aritmético (1 ou 2) |
| Rdst                | Registo destino                       | Src                   | Rsrc ou IMM  |
| CReg                | Registo do Coprocessador c1           | c1                    | Coprocessador nº 1                                 |
| sym                 | Endereço do símbolo (label) sym       | Imm5                  | Valor imediato (constante) de 5 bits               |
| Label               | Endereço de uma instrução             | .p                    | Precisão: substituir por .s ou .d                  |

| Tabela IV: System Calls do MARS         |      |                       |         |
|---|------|-----------------------|---------|
| Protótipo equivalent em C               | \$v0 | Parâmetros de entrada | Retorno |
| void print_int10(int value)             | 1    | \$a0 = value          |         |
| void print_float(float value)           | 2    | \$f12 = value         |         |
| void print_double(double value)         | 3    | \$f12 = value         |         |
| void print_string(char *str)            | 4    | \$a0 = str            |         |
| int read_int(void)                      | 5    |                       | \$v0    |
| float read_float(void)                  | 6    |                       | \$f0    |
| double read_double(void)                | 7    |                       | \$f0    |
| void read_string(char *buf, int length) | 8    | \$a0=buf, \$a1=length |         |
| void *sbrk(int amount)                  | 9    | \$a0 = amount         | \$v0    |
| void exit(void)                         | 10   |                       |         |
| void print_char(char value)             | 11   | \$a0 = value          |         |
| char read_char(void)                    | 12   |                       | \$v0    |
| void print_int16(unsigned int value)    | 34   | \$a0 = value          |         |
| void print_int2(unsigned int value)     | 35   | \$a0 = value          |         |
| void print_intu10(unsigned int value)   | 36   | \$a0 = value          |         |

| Tabela V - Directivas do Assembler                 |  |
|--|--|
| Directivas   | Descrição  |
| Para controlo dos Segmentos                        |  |
| .data [address]                                    | Coloca os próximos itens no segmento de dados do utilizador (opcionalmente a partir de address).                 |
| .text [address]                                    | Coloca os próximos itens no segmento de código do utilizador (opcionalmente a partir de address).                |
| .kdata [address]                                   | Coloca os próximos itens no segmento de dados do kernel (opcionalmente a partir de address).                     |
| .ktext [address]                                   | Coloca os próximos itens no segmento de código do kernel (opcionalmente a partir de address).                    |
| Para criação de constantes e variáveis em memória: |  |
| .ascii str   | Armazena uma string em memória sem lhe acrescentar o terminador '\0'.  |
| .asciiz str  | Armazena uma string em memória acrescentando-lhe o terminador '\0'.  |
| .space n   | Reserva n bytes no segmento de dados, sem inicializar  |
| .byte b <sub>1</sub> , ..., b <sub>n</sub>         | Armazena as grandezas de 8 bits b <sub>1</sub> , ..., b <sub>n</sub> em sucessivos bytes de memória.             |
| .word w <sub>1</sub> , ..., w <sub>n</sub>         | Armazena as grandezas de 32 bits w <sub>1</sub> , ..., w <sub>n</sub> em sucessivas palavras de memória.         |
| .float f <sub>1</sub> , ..., f <sub>n</sub>        | Armazena f <sub>1</sub> , ..., f <sub>n</sub> em vírgula flutuante, precisão simples (32 bits) no seg. de dados. |
| .double d <sub>1</sub> , ..., d <sub>n</sub>       | Armazena d <sub>1</sub> , ..., d <sub>n</sub> em vírgula flutuante, precisão dupla (64 bits) no seg. de dados.   |
| .eqv label, valor                                  | Substitui todas as ocorrências de label no programa por valor.   |
| Para controlo do alinhamento:                      |  |
| .align n   | Alinha o próximo item num endereço múltiplo de 2 <sup>n</sup> .  |
| Para referências externas:                         |  |
| .globl sym   | Declara que o símbolo sym é global e pode ser referenciado em outros ficheiros.                                  |
| .extern sym size                                   | Declara que o item associado a sym ocupa size bytes e é um símbolo global.                                       |
| .include filename                                  | Insere o conteúdo do ficheiro especificado (o nome do ficheiro é colocado entre aspas).                          |