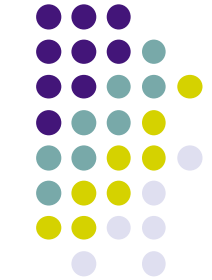
Comunicação entre Processos

Pipes

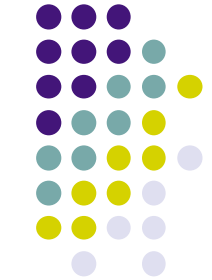
Redirecionamento de entrada e saída

O Pipe: Características (1)



- Canal de comunicação entre processos “parentes”, usando a politica *First-In-First-Out* (FIFO)
- Tipicamente, entre processo pai e seus filhos (ou entre os filhos)
- Os dados escritos na pipe são um stream de dados: o escritor e o leitor precisam conhecer o tipo de dados sendo transferidos
- Uma pipe pode ter vários processos leitores e escritores
- Se houver vários leitores, escritor não tem como direcionar um dado para um leitor específico.
- E se houver vários processos escritores, os leitores não saberão qual escritor colocou o dado (a menos que essa informacão faça parte do dado em sí).

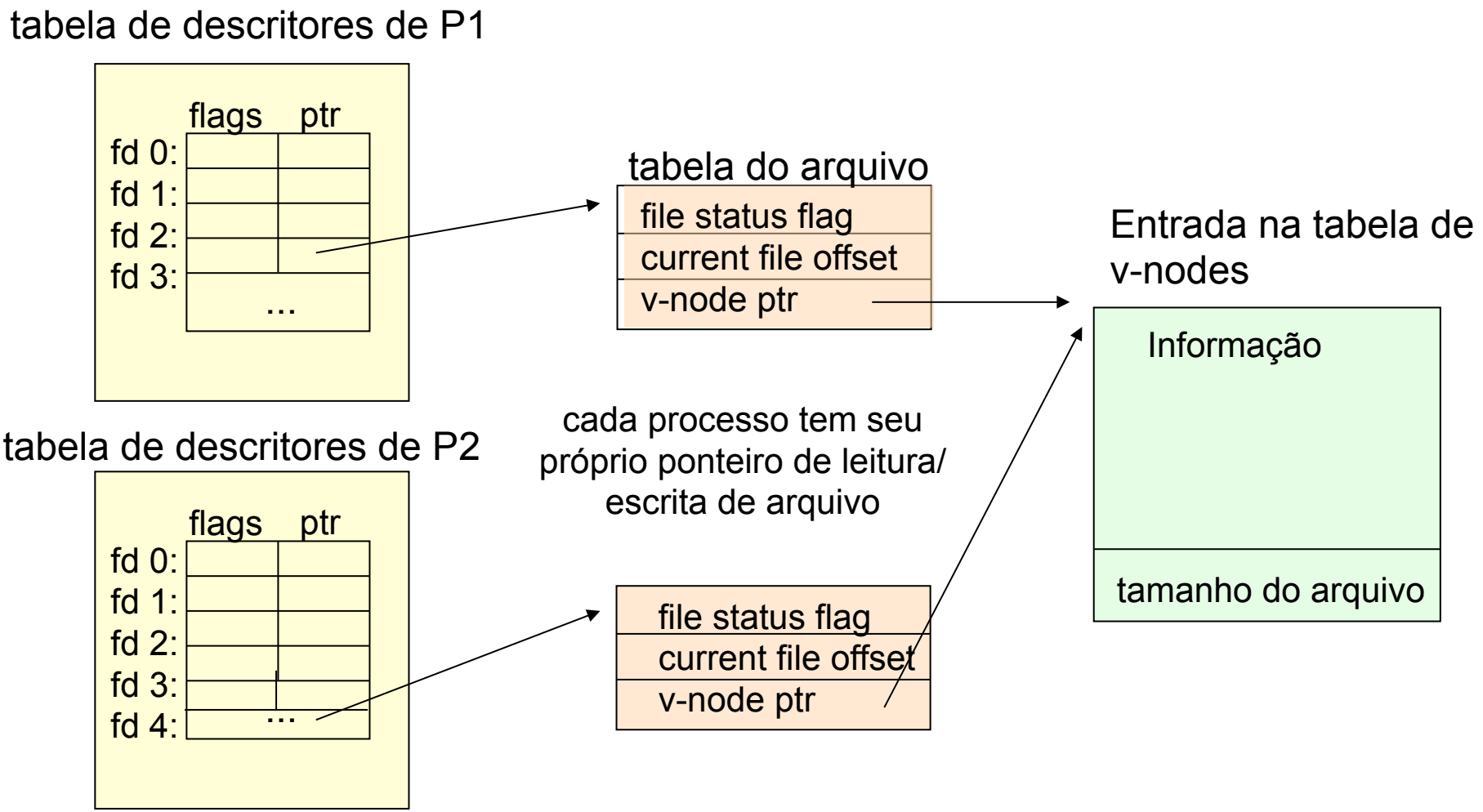
O Pipe: Características (2)



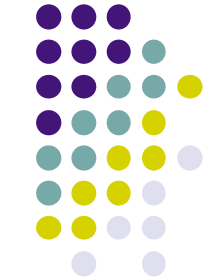
- Uma vez lido, o dado é removido e não pode ser mais lido por nenhum outro processo.
- Se a pipe estiver vazia, processo leitor bloqueia esperando por um novo dado
- Assim que todos os processos fecham a pipe (executam close()) , ou terminam, o conteúdo é perdido, ou seja, o dado não é persistido!
- Trata-se de um método muito eficiente de transmissão, pois não envolve o sistema de arquivos
- As diversas variantes de UNIX (BSD, System V, Solaris, Linux) implementam pipes de forma diferente. Alguns com vnode/inode, outros com streams.

Descritores de arquivos

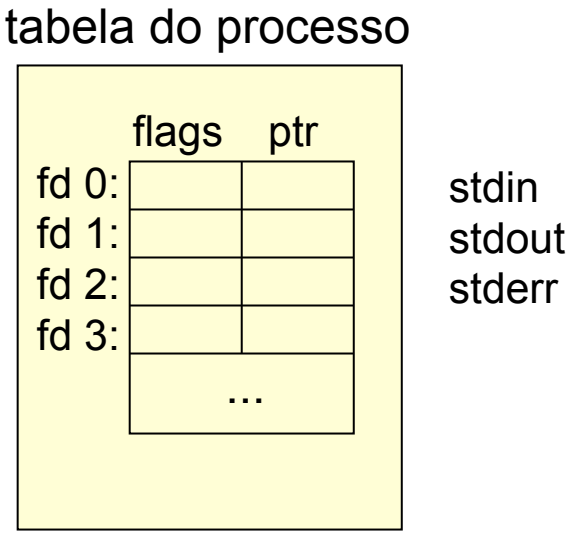
- Cada processo tem sua própria tabela de descritores de arquivos para controlar todos os arquivos abertos



Descritores de arquivos



- Os descritores de arquivo 0, 1 e 2 se referem ao stdin (default: teclado), ao stdout (default: monitor) e stderr (default: monitor), respectivamente



- Os descritores de arquivos podem ser mudados para permitir operações de comunicação inter-processos (operação de pipe)

Função pipe()

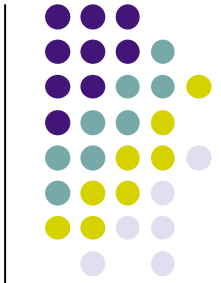
- Cria um canal de comunicação entre processos
- Definido em <unistd.h>

  int pipe(int fd[2]);

- Cria dois canais de comunicação:
  - fd[0] é aberto para leitura
  - fd[1] é aberto para escrita

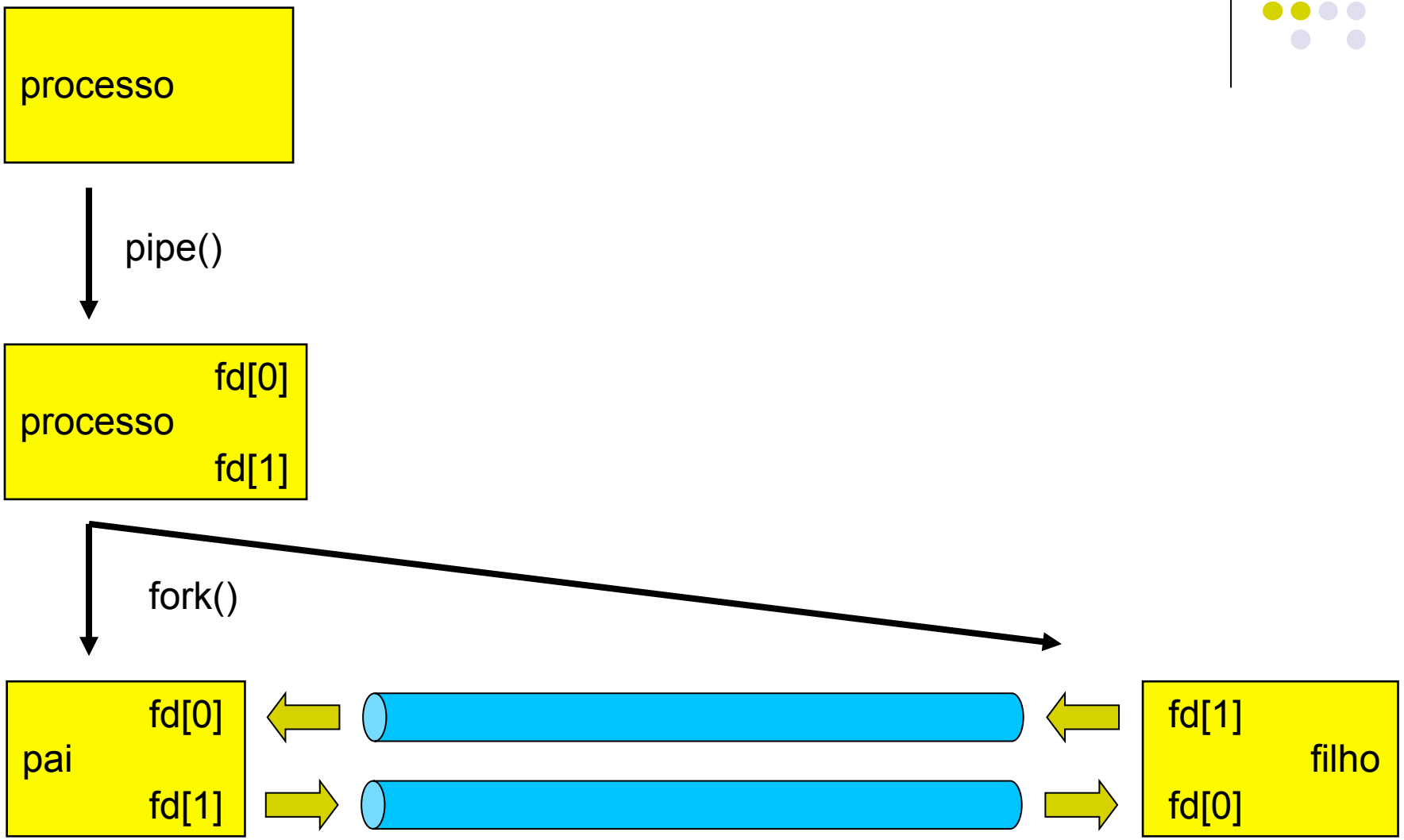
- Retorna:
  - 0 (zero) em caso de sucesso
  - -1 em caso de erro

Função pipe()

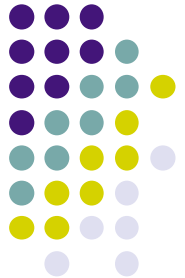


- Normalmente, após os pipes serem criados, dois ou mais processos colaborativos são criados através de ***fork()***
- Os dados são **transmitidos** e recebidos através de ***write()*** e ***read()***
- Pipes abertos pela função ***pipe()*** devem ser fechados pela função ***close()***
- Dados **escritos** no descritor de arquivo ***fd[1]*** podem ser **lidos** do ***fd[0]***
- Dois processos podem se comunicar através de um pipe se eles lêem e escrevem em fd[0] e fd[1], respectivamente

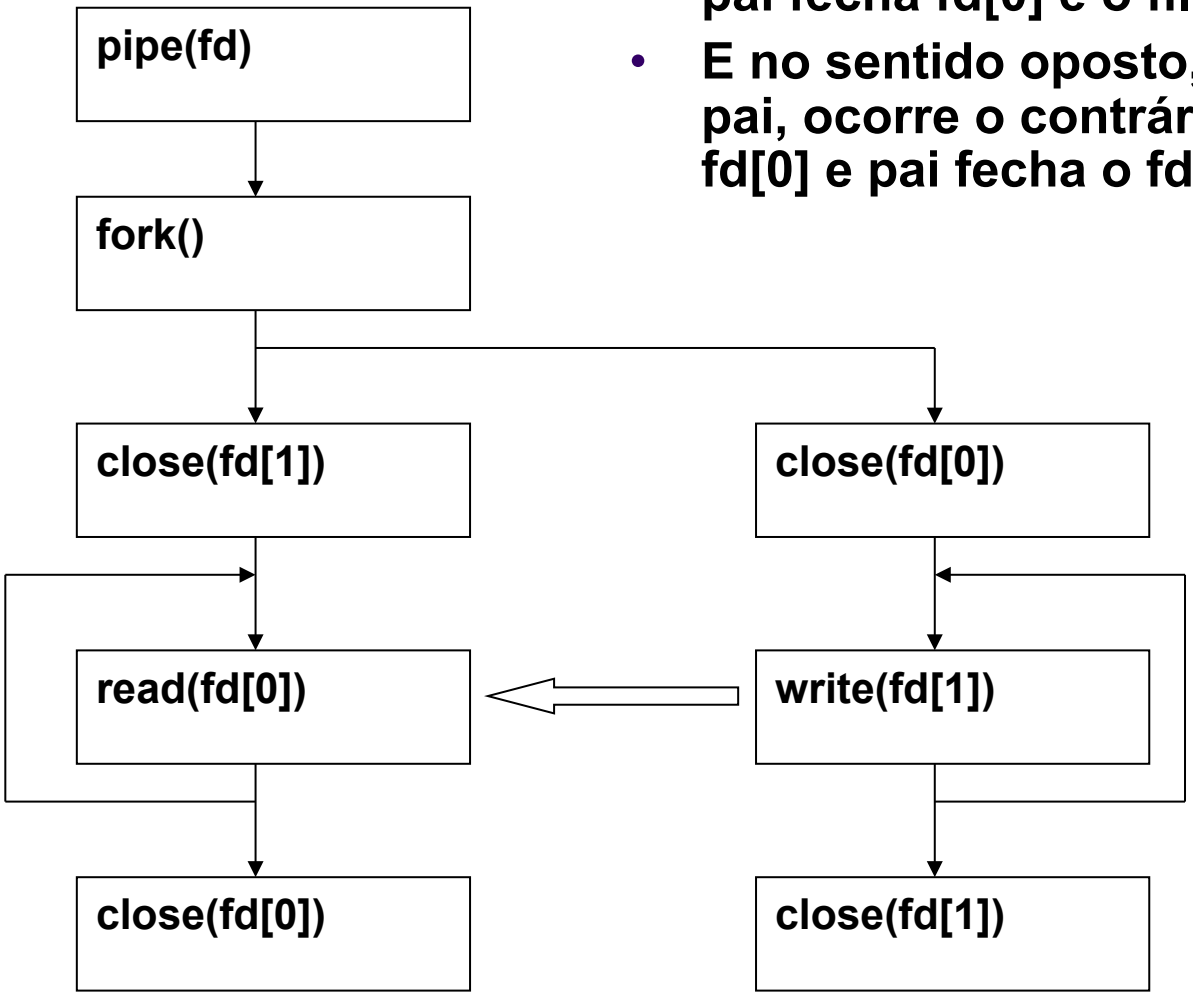
Função pipe()


processo
pipe()
fd[0]
processo
fd[1]
fork()
fd[0]
pai
fd[1]
fd[1]
filho
fd[0]

Esquema de comunicação via pipe



- Para um pipe do pai para o filho, o pai fecha fd[0] e o filho fecha o fd[1].
- E no sentido oposto, do filho para o pai, ocorre o contrário: filho fecha fd[0] e pai fecha o fd[1] (vide figura)

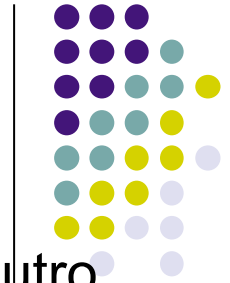


Criando uma pipe

```
int fd[2];  // descritor dos pipes

if (pipe(fd) < 0)
{
   puts ("Erro ao abrir os pipes");
   exit (-1);
}
```

- Em caso de sucesso, a chamada à pipe() retorna 0 e fd[0] conterá o descritor de leitura e fd[1] o de escrita
- Em caso de falha, a função retorna -1

Função write()



- Utilizada para escrever dados em um arquivo ou qualquer outro objeto identificado por um descritor de arquivo (file descriptor)
- Definido em <unistd.h>

```
ssize_t  write(int fildes, const void *buf, size_t nbyte);
```

- Onde
  - fildes : é o descritor do arquivo (ou do pipe)
  - buf : endereço da área de memória onde estão os dados que serão escritos
  - nbytes : número de bytes que serão escritos

- Valor retornado:
  - Em caso de sucesso, a função retorna a quantidade de dados escritos
  - Em caso de falha, o valor retornado difere da quantidade de bytes enviados

Função read()

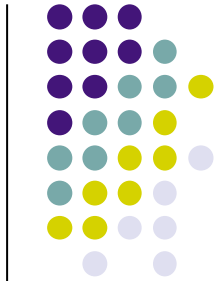
- Lê dados de um arquivo ou de qualquer outro objeto identificado por um descritor de arquivo
- Definido em <unistd.h>

```
ssize_t  read(int fildes,void *buf, size_t nbyte);
```

- Onde:
  - fildes : descritor do arquivo
  - buf : endereço de memória onde os dados serão armazenados depois de lidos
  - nbyte : quantidade máxima de bytes que podem ser transferidos

- Retorna:
  - Quantidade de dados lidos

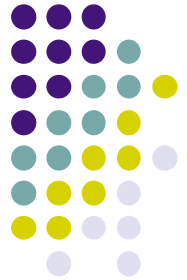
Exemplo do uso de pipe



```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int main (int argc, char *argv[])
{
    int nDadosTx, nDadosRx; // quantidade de dados transmitidos/recebidos
    int fd[2];              // descritor dos pipes
    const char textoTX[] = "uma mensagem";
    char textoRX[sizeof textoTX];

    if (pipe(fd) < 0)
    {
                puts ("Erro ao abrir os pipes");
                exit (-1);
    }

    nDadosTx = write(fd[1], textoTX, strlen(textoTX)+1);
    printf("%d dados escritos\n", nDadosTx);

    nDadosRx = read(fd[0], textoRX, sizeof textoRX);
    printf("%d dados lidos: %s\n", nDadosRx, textoRX);

    close(fd[0]); close(fd[1]);

    return 0;
}
```

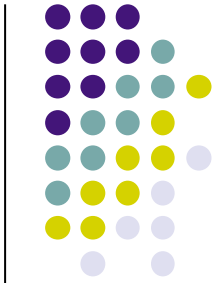
```
pipe$ make teste
gcc -g -Wall -o teste teste.c
pipe$ ./teste
13 dados escritos
13 dados lidos: uma mensagem
pipe$
```

Exemplo: pai escreve para o filho



```
void main ()
{
   int fd[2];
   pipe(fd);
   if (fork() == 0)
   { /* filho */
              close(fd[1]); /* fd[1] desnecessario */
              read(fd[0], ...); /* lê do pai */
              ...
   }
   else
   {
              close(fd[0]); /* fd[1] desnecessario */
              write(fd[1], ...); /* escreve para o filho */
              ...
   }
}
```

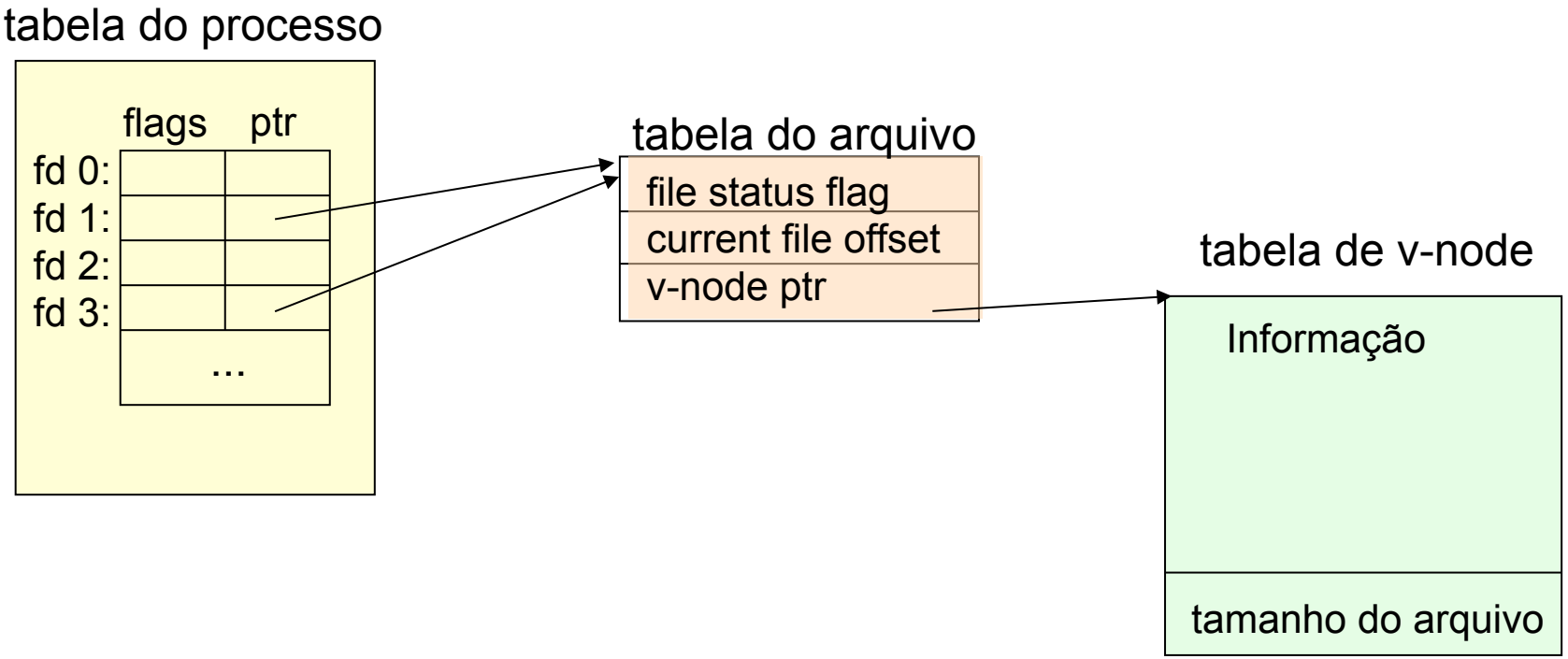
Funções dup() e dup2()



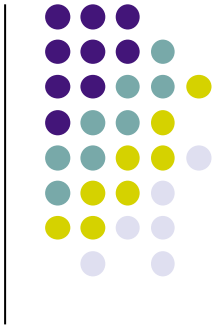
- Definidos em <unistd.h>
  - int dup(int fd);
    - Duplica o descritor de arquivo (fd) e armazena-o no descritor de menor número não usado pelo processo
    - Pode ser usado para redirecionar o stdin (0) ou o stdout (1) para descritor de arquivo (ou de pipe)
  - int dup2(int fd1, int fd2);
    - Similar ao dup() mas com destino especificado
    - fd2 = valor do novo descritor
    - dup2 fecha fd2 antes de duplicar fd1
  - Retorna:
    - Em caso de sucesso: o número do descritor
    - Em caso de erro: -1

Funções dup() e dup2()

- Exemplo
  - novoFd = dup(1)



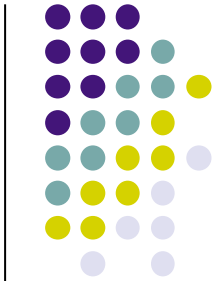
Exemplo



```
pipe(fd);
childpid = fork();

 if(childpid == 0)
{
        /* Close up standard input of the child */
        close(0);

        /* Duplicate the input side of pipe to stdin */
        dup(fd[0]);
        execlp("sort", "sort", NULL);
}
```

- **Como o descritor *stdin* foi fechado, a chamada para *dup()* duplicou o descritor de entrada do pipe (fd0) em sua entrada padrão.**
- **execlp(), substitui o código do filho com o do programa sort.**
- **Como programas recém-executados herdam fluxos padrão de seus pais, ele herda o lado de entrada do pipe como sua entrada padrão!**

Funções dup() e dup2()

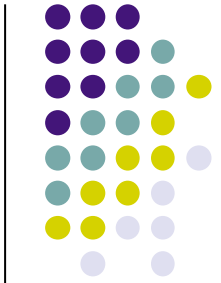


```
#include <...>
int main(void)
{
   int fd;       /* descritor a ser duplicado  */
   int retorno; /* valor de retorno de dup  */
   int retorno2;         /* valor de retorno de dup2 */
   if ((fd=open("esteArquivo",O_RDWR|O_CREAT|O_TRUNC,0666)) == -1)
   {
                perror("Error open()");
                return -1;
   }
   close(0);     /* fechamento da entrada stdin */
   if ((retorno = dup(fd)) == -1)
   {     /* duplicacao de stdin (menor descritor fechado) */
                perror("Error dup()");
                return -2;
   }
   if ((retorno2 = dup2(fd,1)) == -1)
   {     /* duplicacao de stdout */
                perror("Error dup2()");
                return -3;
   }
   printf ("valor de retorno de dup(): %d \n",retorno);
   printf ("valor de retorno de dup2(): %d \n",retorno2);
   return 0;
}
```

```
pipe$ ./testeDup
pipe$ cat esteArquivo
valor de retorno de dup(): 0
valor de retorno de dup2(): 1
pipe$
```

Perguntas?

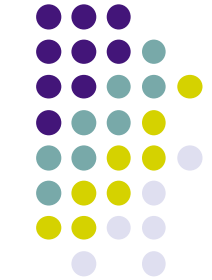
Exercícios



1) Faça um programa para criar dois processos que se comunicam via pipe. O Pai lê do pipe enquanto o filho escreve no pipe. Exiba o resultado do que foi escrito e lido.
2) Faça um programa para redirecionar a entrada e a saída, lendo os dados de um arquivo e gerando a saída em outro.
3) Faça um programa para criar um pipe e executar dois processos que são utilitários do Unix que se comuniquem através do pipe criado, assim como a shell faz. Exemplo:

```
endler$ ps | wc
      28      28     310
```

Exercícios



4) Faça um programa que cria dois processos leitores e um processo escritor em uma mesma pipe. Faça o escritor dormir metade do tempo dos leitores, e mostre como os leitores consomem os dados produzidos pelo escritor.

Obs: não force uma alternância controlada por SIGSTOP/SIGCONT.