



Trabalho 01 - Processos

SSCo640- Sistemas Operacionais I

Prof. Assoc. Júlio Cezar Estrella

André Baconcelo Prado Furlanetti - N° USP: 10748305

Diego da Silva Parra - N° USP: 10716550

Mateus Fernandes Doimo - N° USP: 10691971



Acesso ao GitHub

<https://github.com/andrebpradof/sistemas-operacionais>

Acesso ao YouTube

PROCESSOS - Trabalho 1 de Sistemas Operacionais - #GRUPO-8



Parte 1

Chamadas ao Sistema

System Calls

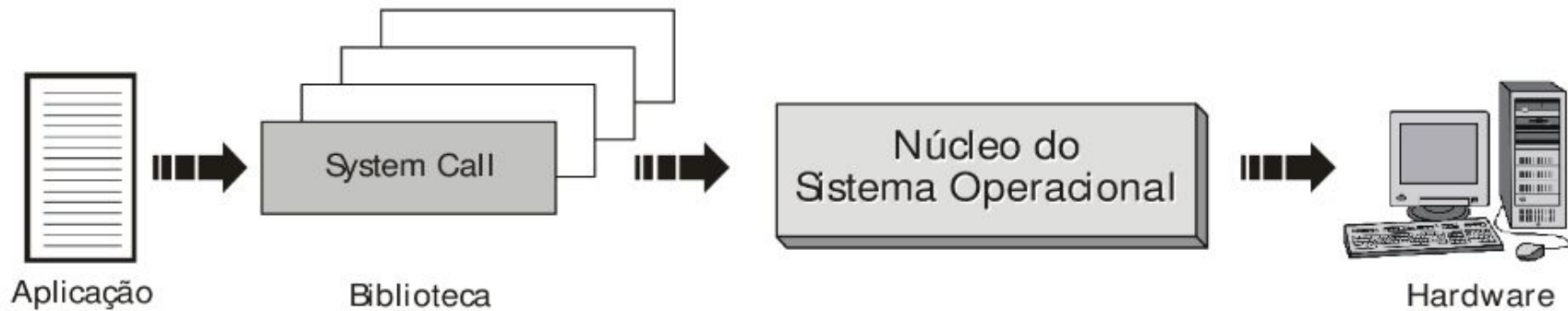


São como portas de entrada para se ter acesso às rotinas do SO.

Se uma aplicação deseja chamar uma rotina do sistema operacional, o mecanismo de system call verifica se a aplicação possui os privilégios necessários.

Mais adiante teremos uma demonstração das syscalls utilizadas ao executarmos um arquivo .c contendo apenas uma função *main* em branco.

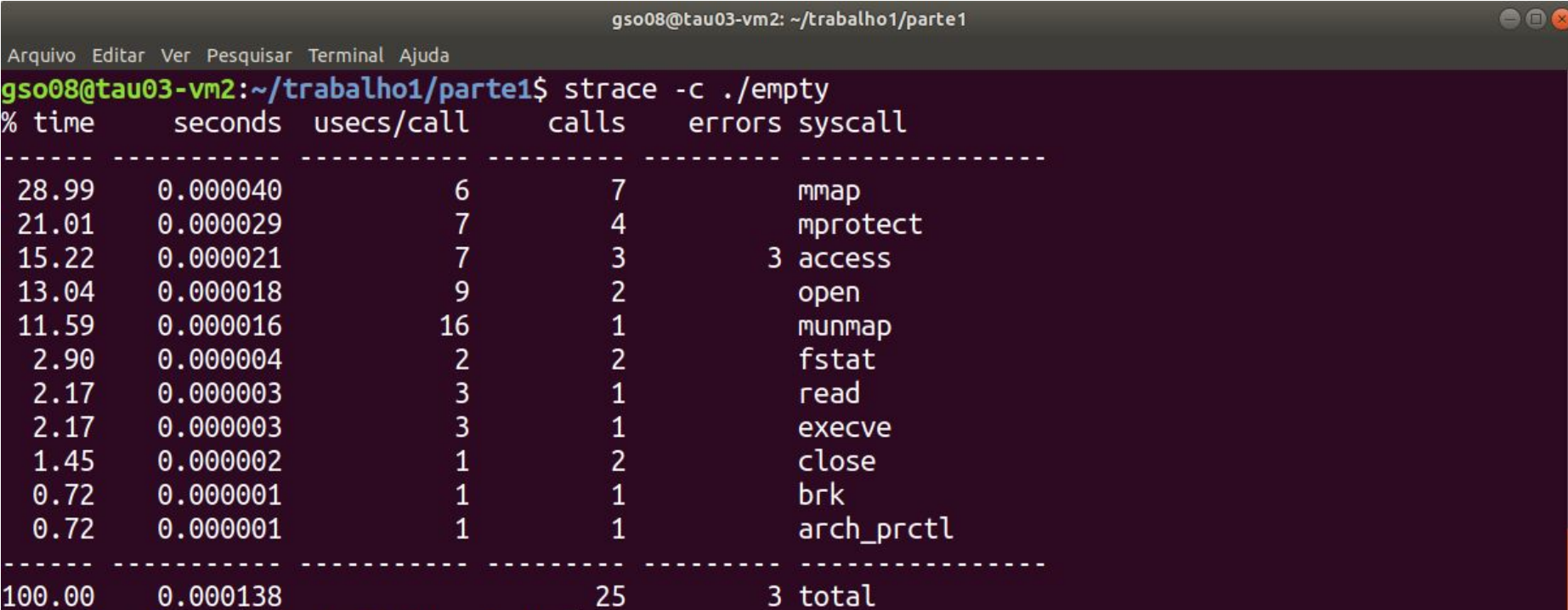
System Calls



Detalhes dos processos: *main*

```
gso08@tau03-vm2: ~/trabalho1/parte1
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace ./empty
execve("./empty", ["/empty"], [/ * 38 vars */]) = 0
brk(NULL) = 0x1fcd000
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=75178, ...}) = 0
mmap(NULL, 75178, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7ff71c580000
close(3) = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\t\2\0\0\0\0"... , 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1868984, ...}) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff71c57f000
mmap(NULL, 3971488, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ff71bfa4000
mprotect(0x7ff71c164000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7ff71c364000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1c0000) = 0x7ff71c364000
mmap(0x7ff71c36a000, 14752, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff71c36a000
close(3) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff71c57e000
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff71c57d000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7ff71c57e700) = 0
mprotect(0x7ff71c364000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x600000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7ff71c593000, 4096, PROT_READ) = 0
munmap(0x7ff71c580000, 75178) = 0
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes dos processos: *main*



A terminal window titled "gso08@tau03-vm2: ~/trabalho1/parte1" displays the output of the command `strace -c ./empty`. The output is a table showing system call statistics for the `main` process. The table has six columns: `% time`, `seconds`, `usecs/call`, `calls`, `errors`, and `syscall`. The data is sorted by percentage of time. The total time is 100.00%, with a total of 25 calls and 3 errors.

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
28.99	0.000040	6	7		mmap
21.01	0.000029	7	4		mprotect
15.22	0.000021	7	3	3	access
13.04	0.000018	9	2		open
11.59	0.000016	16	1		munmap
2.90	0.000004	2	2		fstat
2.17	0.000003	3	1		read
2.17	0.000003	3	1		execve
1.45	0.000002	1	2		close
0.72	0.000001	1	1		brk
0.72	0.000001	1	1		arch_prctl
100.00	0.000138		25	3	total

Detalhes iniciais



Dessa forma, a partir do resultado obtido com o comando *strace* em uma função *main* em branco, poderemos analisar todos os processos dos próximos códigos com base apenas nas alterações observadas quanto à imagem anterior.

Gerenciamento de memória



Syscalls utilizadas:

- brk
- mprotect
- mmap
- munmap

Gerenciamento de memória



→ brk

```
int brk (void * end_data_segment );
```

Define o final do segmento de dados com o valor especificado por `end_data_segment` , quando esse valor é razoável, o sistema possui memória suficiente e o processo não excede seu tamanho máximo de dados. Retorna 0 para caso de sucesso e -1 para erros.

Execução: memoria-1.c - *brk*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho-1/parte1$ ./memoria-1
Inicio: 0x965000
Tempo de execucao brk(): 0.009000
Fim: 0x96500a
Valor de p[2]: A
```

Detalhes: memoria-1.c - *brk*

```
munmap(0x7fe04aff7000, 75178)      = 0
brk(NULL)                        = 0x1e58000
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 5), ...}) = 0
brk(0x1e79000)                   = 0x1e79000
write(1, "Inicio: 0x1e58000\n", 19Inicio: 0x1e58000
)      = 19
clock_gettime(CLOCK_PROCESS_CPUTIME_ID, {0, 855434}) = 0
brk(0x1e5800a)                   = 0x1e5800a
clock_gettime(CLOCK_PROCESS_CPUTIME_ID, {0, 867303}) = 0
write(1, "Tempo de execucao brk(): 0.01200"... , 34Tempo de execucao brk(): 0.012000
) = 34
write(1, "Fim: 0x1e5800a\n", 16Fim: 0x1e5800a
)      = 16
write(1, "Valor de p[2]: A\n", 17Valor de p[2]: A
)      = 17
brk(0x1e58000)                   = 0x1e58000
exit_group(0)                    = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: memoria-1.c - *brk*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho-1/parte1$ strace -c ./memoria-1
```

```
Início: 0x16f3000
```

```
Tempo de execucao brk(): 0.030000
```

```
Fim: 0x16f300a
```

```
Valor de p[2]: A
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
19.80	0.000060	9	7		mmap
16.17	0.000049	12	4		write
14.19	0.000043	11	4		mprotect
11.22	0.000034	11	3	3	access
8.25	0.000025	13	2		open
7.92	0.000024	5	5		brk
6.27	0.000019	19	1		munmap
4.62	0.000014	5	3		fstat
3.63	0.000011	6	2		clock_gettime
2.97	0.000009	5	2		close
1.98	0.000006	6	1		execve
1.65	0.000005	5	1		read
1.32	0.000004	4	1		arch_prctl
100.00	0.000303		36	3	total

Análise: memoria-1.c - *brk*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>brk</i>	9.0	4.0

Gerenciamento de memória



→ mprotect

Retorna 0 para caso de sucesso e -1 para erros.

Especifica a proteção desejada para as páginas de memória que contêm parte ou o todo de um intervalo. Se um acesso não for permitido pela proteção fornecida, o programa receberá um sinal SIGSEGV (falha de segmentação) para o processo.

Execução: memoria-2.c - *mprotect*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./memoria-2
Inicio da regioa: 0x1f09000
mprotect: 0x1f0b000
Tempo de execucao mprotect(): 0.011000
SIGSEGV obtido no endereco: 0x1f0b000
```


Detalhes: memoria-2.c - *mprotect*

```
munmap(0x7f1f8c162000, 75178)          = 0
rt_sigaction(SIGSEGV, {0x400776, [], SA_RESTORER|SA_SIGINFO, 0x7f1f8bbbb4b0}, NULL, 8) = 0
brk(NULL)                             = 0x1867000
brk(0x188d000)                         = 0x188d000
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 1), ...}) = 0
write(1, "Inicio da regioao: 0x1868000\n", 28Inicio da regioao: 0x1868000
) = 28
mprotect(0x186a000, 4096, PROT_READ)  = 0
write(1, "mprotect: 0x186a000\n", 20mprotect: 0x186a000
) = 20
--- SIGSEGV {si_signo=SIGSEGV, si_code=SEGV_ACCERR, si_addr=0x186a000} ---
write(1, "SIGSEGV obtido no endereco: 0x18...", 38SIGSEGV obtido no endereco: 0x186a000
) = 38
exit_group(1)                          = ?
+++ exited with 1 +++
```

Detalhes: memoria-2.c - *mprotect*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./memoria-2
Inicio da regiao: 0x2597000
mprotect: 0x2599000
SIGSEGV obtido no endereco: 0x2599000
% time      seconds  usecs/call   calls   errors syscall
-----
21.08      0.000039      13         3         write
18.92      0.000035       5         7         mmap
18.38      0.000034       7         5         mprotect
10.81      0.000020       7         3         3 access
10.27      0.000019      10         2         open
 8.65      0.000016      16         1         munmap
 3.24      0.000006       2         3         fstat
 3.24      0.000006       2         3         brk
 1.62      0.000003       3         1         read
 1.62      0.000003       3         1         execve
 1.08      0.000002       1         2         close
 0.54      0.000001       1         1         rt_sigaction
 0.54      0.000001       1         1         arch_prctl
-----
100.00     0.000185                33         3 total
```

Análise: memoria-2.c - *mprotect*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>mprotect</i>	11.0	5.0

Gerenciamento de memória



→ mmap

Retorna um ponteiro para a área mapeada e -1 para erros.

Essa primitiva cria um novo mapeamento no espaço de endereço virtual do processo de chamada. O endereço inicial para o novo mapeamento é especificado no primeiro argumento da função.

Gerenciamento de memória




→ munmap

Retorna 0 em caso de sucesso e -1 para erros.

Essa primitiva exclui os mapeamentos para o intervalo de endereços especificado e invalida outras referências que estejam no intervalo.

Execução: memoria-3.c - *mmap*/*munmap*



```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./memoria-3
Tempo de execucao mmap(): 0.009000
Tempo de execucao munmap(): 0.007000
```

Detalhes: memoria-3.c - *mmap/munmap*

```
munmap(0x7f1a821ab000, 75178)          = 0
open("mmap.txt", O_RDONLY)            = 3
mmap(NULL, 1000, PROT_READ, MAP_SHARED, 3, 0) = 0x7f1a821bd000
munmap(0x7f1a821bd000, 1000)          = 0
close(3)                              = 0
exit_group(0)                         = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: memoria-3.c - *mmap*/*munmap*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./memoria-3
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
26.29	0.000046	6	8		mmap
17.14	0.000030	10	3		open
17.14	0.000030	8	4		mprotect
13.14	0.000023	8	3	3	access
12.57	0.000022	11	2		munmap
4.00	0.000007	2	3		close
4.00	0.000007	4	2		fstat
2.29	0.000004	4	1		execve
1.71	0.000003	3	1		read
1.14	0.000002	2	1		arch_prctl
0.57	0.000001	1	1		brk
100.00	0.000175		29	3	total

Análise: memoria-3.c - *mmap*/*munmap*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>mmap</i>	9.0	6.0
<i>munmap</i>	7.0	6.0

Gerenciamento de processos



Syscalls utilizadas:

- clone/fork
- wait
- getpid e getppid

Gerenciamento de processos



→ clone/fork

Retorna 0 para o processo filho e o identificador do filho para o pai.

Retorna -1 para erros.

Única chamada que possibilita a criação de um processo em UNIX. Os processos pai e filho compartilham o mesmo código. Porém, o segmento de dados do filho é uma cópia do pai, o que permite uma manipulação independente que não afeta os dados do pai.

Execução: processo-1.c - *fork*



```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./processo-1
Tempo de execucao fork(): 0.453000
p = 10222
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ Tempo de execucao fork(): 0.453000
p = 0
```

Detalhes: processo-1.c - *fork*



```
munmap(0x7f798e7fc000, 75178) = 0
clone(child_stack=0, flags=CLONE_CHILD_CLEARTID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD, child_tidptr=0x7f798e7fa9d0) = 28657
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 4), ...}) = 0
brk(NULL) = 0xb1d000
brk(0xb3e000) = 0xb3e000
write(1, "p = 28657\n", 10p = 28657
) = 10
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: processo-1.c - *fork*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./processo-1
```

```
p = 28948
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
100.00	0.000002	2	1		execve
0.00	0.000000	0	1		read
0.00	0.000000	0	1		write
0.00	0.000000	0	2		open
0.00	0.000000	0	2		close
0.00	0.000000	0	3		fstat
0.00	0.000000	0	7		mmap
0.00	0.000000	0	4		mprotect
0.00	0.000000	0	1		munmap
0.00	0.000000	0	3		brk
0.00	0.000000	0	3	3	access
0.00	0.000000	0	1		clone
0.00	0.000000	0	1		arch_prctl

```
100.00 0.000002 30 3 total
```

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ p = 0
```

Análise: processo-1.c - *fork*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>fork/clone</i>	453.0	0.0

Gerenciamento de processos



→ wait

Retorna o identificador do processo morto ou -1 para erros.

Suspende a execução do processo até a morte do filho. Se o filho já estiver morto na chamada da primitiva, a função retorna imediatamente.

Execução: processo-2.c - *wait*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./processo-2
Pai
  Filho
Tempo de execucao sleep(3): 0.050000
Tempo de execucao sleep(NULL): 0.021000
Fim
```

Detalhes: processo-2.c - *wait*

```
munmap(0x7f04f0991000, 75178) = 0
clone(child_stack=0, flags=CLONE_CHILD_CLEARTID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD, child_tidptr=0x7f04f098f9d0) = 30527
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 5), ...}) = 0
brk(NULL) = 0x1ab2000
brk(0x1ad3000) = 0x1ad3000
write(1, "Pai\n", 4Pai
) = 4
wait4(-1, Filho
NULL, 0, NULL) = 30527
--- SIGCHLD {si_signo=SIGCHLD, si_code=CLD_EXITED, si_pid=30527, si_uid=1174, si_status=0, si_etime=0, si_stime=0} ---
write(1, "Fim\n", 4Fim
) = 4
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: processo-2.c - *wait*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./processo-2
```

Pai

Filho

Fim

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
75.96	0.000335	335	1		wait4
6.12	0.000027	27	1		clone
5.90	0.000026	13	2		write
3.17	0.000014	2	7		mmap
2.49	0.000011	3	4		mprotect
1.59	0.000007	4	2		open
1.36	0.000006	6	1		munmap
1.36	0.000006	2	3	3	access
0.68	0.000003	1	3		fstat
0.45	0.000002	1	2		close
0.45	0.000002	1	3		brk
0.23	0.000001	1	1		read
0.23	0.000001	1	1		execve
0.00	0.000000	0	1		arch_prctl
100.00	0.000441		32	3	total

Análise: processo-2.c - *wait*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>wait</i>	71.0	335.0

Gerenciamento de processos



→ getpid

Retorna o ID (identificador) do processo invocador.

→ getppid

Retorna o ID do processo pai.

Execução: processo-3.c - *getpid/getppid*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./processo-3
Tempo de execucao getpid(): 0.003000
Tempo de execucao getppid(): 0.002000
p = 11175
pid = 11174
ppid = 9303
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ Tempo de execucao getpid(): 0.002000
Tempo de execucao getppid(): 0.006000
p = 0
pid = 11175
ppid = 1
```


Detalhes: processo-3.c - *getpid/getppid*

```
munmap(0x7f4c3220b000, 75178)          = 0
clone(child_stack=0, flags=CLONE_CHILD_CLEARPID|CLONE_CHILD_SETTID|SIGCHLD, child_tidptr=0x7f4c322099d0) = 30800
getppid()                            = 30797
getpid()                             = 30799
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 5), ...}) = 0
brk(NULL)                            = 0x11cf000
brk(0x11f0000)                       = 0x11f0000
write(1, "p 30800 pid = 30799 ppid = 30797"... , 33p 30800 pid = 30799 ppid = 30797
) = 33
exit_group(0)                        = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: processo-3.c - *getpid/getppid*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./processo-3
p 30975 pid = 30974 ppid = 30972
% time      seconds  usecs/call   calls   errors syscall
-----
34.48      0.000030      30         1         clone
16.09      0.000014       2         7         mmap
10.34      0.000009       2         4         mprotect
 8.05      0.000007       4         2         open
 6.90      0.000006       6         1         write
 6.90      0.000006       2         3         3 access
 5.75      0.000005       5         1         munmap
 3.45      0.000003       1         3         fstat
 3.45      0.000003       1         3         brk
 1.15      0.000001       1         1         read
 1.15      0.000001       1         2         close
 1.15      0.000001       1         1         execve
 1.15      0.000001       1         1         getppid
 0.00      0.000000       0         1         getpid
 0.00      0.000000       0         1         arch_prctl
-----
100.00     0.000087          32         3 total
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ p 0 pid = 30975 ppid = 1
```


Análise: processo-3.c - *getpid/getppid*



- Coleta dos tempos das *syscalls*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>getpid</i>	3.0	0.0
<i>getppid</i>	2.0	1.0

Gerenciamento de E/S e arquivos



Syscalls utilizadas:

- write
- open
- lseek
- read

Gerenciamento de E/S e arquivos



→ write

Retorna o número de *bytes* escritos ou -1 para erros.

Essa primitiva escreve os *bytes* apontados por um *buffer* em uma determinada saída, como um arquivo, por exemplo. Os dados a serem gravados são definidos por um ponteiro e um tamanho, dados em números de bytes.

Execução: e-s-arquivo-1.c - *write*



```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./e-s-arquivo-1
Hello World
Tempo de execucao write(): 0.020000
```

Detalhes: e-s-arquivo-1.c - write

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace ./e-s-arquivo-1
execve("./e-s-arquivo-1", ["/e-s-arquivo-1"], [/* 38 vars */]) = 0
brk(NULL) = 0xca2000
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=75178, ...}) = 0
mmap(NULL, 75178, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f4eb69ee000
close(3) = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\t\2\0\0\0\0\0"... , 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1868984, ...}) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f4eb69ed000
mmap(NULL, 3971488, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f4eb6412000
mprotect(0x7f4eb65d2000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7f4eb67d2000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1c0000) = 0x7f4eb67d2000
mmap(0x7f4eb67d8000, 14752, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f4eb67d8000
close(3) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f4eb69ec000
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f4eb69eb000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7f4eb69ec700) = 0
mprotect(0x7f4eb67d2000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x600000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f4eb6a01000, 4096, PROT_READ) = 0
munmap(0x7f4eb69ee000, 75178) = 0
write(1, "Hello World\n", 12Hello World
) = 12
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: e-s-arquivo-1.c - *write*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./e-s-arquivo-1
```

```
Hello World
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
25.33	0.000038	5	7		mmap
18.67	0.000028	7	4		mprotect
14.00	0.000021	7	3	3	access
12.67	0.000019	10	2		open
10.67	0.000016	16	1		write
10.67	0.000016	16	1		munmap
2.00	0.000003	2	2		fstat
2.00	0.000003	3	1		execve
1.33	0.000002	2	1		read
1.33	0.000002	1	2		close
0.67	0.000001	1	1		brk
0.67	0.000001	1	1		arch_prctl
100.00	0.000150		26	3	total

Análise: e-s-arquivo-1.c - *write*



- Coleta dos tempos da *syscall*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>write</i>	20.0	16.0

Valores coerentes com maior grau de precisão nos resultados do comando *strace*.

Gerenciamento de E/S e arquivos



→ open

Retorna o descritor do arquivo ou -1 para erros.

Ela possibilita a abertura (ou criação) de um arquivo no sistema com o nome apontado em seu primeiro argumento do tipo *string*. Já o segundo argumento refere-se ao modo e abertura do arquivo.

Execução: e-s-arquivo-2.c - *open*



```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./e-s-arquivo-2  
Tempo de execucao open(): 0.078000  
Tempo de execucao write(): 0.024000
```

Detalhes: e-s-arquivo-2.c - open

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace ./e-s-arquivo-2
execve("./e-s-arquivo-2", ["/e-s-arquivo-2"], [/* 38 vars */]) = 0
brk(NULL) = 0x2371000
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=75178, ...}) = 0
mmap(NULL, 75178, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7ff230d20000
close(3) = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
open("/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\t\2\0\0\0\0"... , 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1868984, ...}) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff230d1f000
mmap(NULL, 3971488, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ff230744000
mprotect(0x7ff230904000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7ff230b04000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1c0000) = 0x7ff230b04000
mmap(0x7ff230b0a000, 14752, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff230b0a000
close(3) = 0
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff230d1e000
mmap(NULL, 4096, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff230d1d000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7ff230d1e700) = 0
mprotect(0x7ff230b04000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x600000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7ff230d33000, 4096, PROT_READ) = 0
munmap(0x7ff230d20000, 75178) = 0
open("teste.txt", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, 0644) = 3
write(3, "Em computa\303\247\303\243o, uma chamada de "... , 213) = 213
close(3) = 0
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++
```

Detalhes: e-s-arquivo-2.c - open

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./e-s-arquivo-2
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
34.33	0.000046	15	3		close
31.34	0.000042	14	3		open
8.96	0.000012	2	7		mmap
7.46	0.000010	3	4		mprotect
6.72	0.000009	9	1		write
4.48	0.000006	6	1		munmap
4.48	0.000006	2	3	3	access
0.75	0.000001	1	1		read
0.75	0.000001	1	1		brk
0.75	0.000001	1	1		execve
0.00	0.000000	0	2		fstat
0.00	0.000000	0	1		arch_prctl
100.00	0.000134		28	3	total

Análise: e-s-arquivo-2.c - *open*



- Coleta dos tempos das *syscalls*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>open</i>	78.0	24.0
<i>write</i>	24.0	9.0

Gerenciamento de E/S e arquivos



→ lseek

Permite que o deslocamento do arquivo seja definido além do final do arquivo (sem alterar o tamanho do arquivo). Se os dados forem gravados posteriormente, as leituras subsequentes retornarão *bytes* nulos até que os dados sejam realmente gravados no intervalo.

Gerenciamento de E/S e arquivos



→ read

Retorna o número de *bytes* lidos, 0 ou EOF para indicar o fim da linha ou -1 para erros.

Essa primitiva lê os números de *bytes* em uma entrada e os coloca dentro do *buffer*.

Execução: e-s-arquivo-3.c - *lseek/read*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ ./e-s-arquivo-3
Tempo de execucao lseek(): 0.004000
Tempo de execucao read(): 0.005000
NUSP: 10691971 - Nome: Mateus
Tempo de execucao lseek(): 0.001000
Tempo de execucao read(): 0.003000
NUSP: 10716550 - Nome: Diego
Tempo de execucao lseek(): 0.002000
Tempo de execucao read(): 0.002000
NUSP: 10748305 - Nome: Andre
```


Detalhes: e-s-arquivo-3.c - *lseek/read*

```
munmap(0x7f0cb0b34000, 75178)          = 0
open("reg.dat", O_RDONLY)              = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=90, ...}) = 0
lseek(3, 60, SEEK_SET)                 = 60
read(3, "10691971\0\0Mateus\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 30) = 30
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 3), ...}) = 0
brk(NULL)                             = 0x128e000
brk(0x12af000)                         = 0x12af000
write(1, "NUSP: 10691971 - Nome: Mateus\n", 30)NUSP: 10691971 - Nome: Mateus
) = 30
lseek(3, 30, SEEK_SET)                 = 30
read(3, "10716550\0\0Diego\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 30) = 30
write(1, "NUSP: 10716550 - Nome: Diego\n", 29)NUSP: 10716550 - Nome: Diego
) = 29
lseek(3, 0, SEEK_SET)                  = 0
read(3, "10748305\0\0Andre\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0", 30) = 30
write(1, "NUSP: 10748305 - Nome: Andre\n", 29)NUSP: 10748305 - Nome: Andre
) = 29
close(3)                              = 0
exit_group(0)                          = ?
+++ exited with 0 +++
```


Detalhes: e-s-arquivo-3.c - *lseek/read*

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte1$ strace -c ./e-s-arquivo-3
```

```
NUSP: 10691971 - Nome: Mateus
```

```
NUSP: 10716550 - Nome: Diego
```

```
NUSP: 10748305 - Nome: Andre
```

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
21.78	0.000022	7	3	3	access
14.85	0.000015	2	7		mmap
13.86	0.000014	5	3		write
9.90	0.000010	3	4		mprotect
8.91	0.000009	3	3		open
6.93	0.000007	2	4		read
5.94	0.000006	6	1		munmap
4.95	0.000005	2	3		brk
4.95	0.000005	5	1		execve
2.97	0.000003	1	4		fstat
1.98	0.000002	1	3		close
1.98	0.000002	1	3		lseek
0.99	0.000001	1	1		arch_prctl
100.00	0.000101		40	3	total

Análise: e-s-arquivo-3.c - *lseek/read*



- Coleta dos tempos das *syscalls*:

SYSCALL	TIME.H (μ s)	STRACE (μ s)
<i>lseek</i>	7.0	2.0
<i>read</i>	10.0	4.0



Parte 2

Processos CPU-bound e I/O-bound

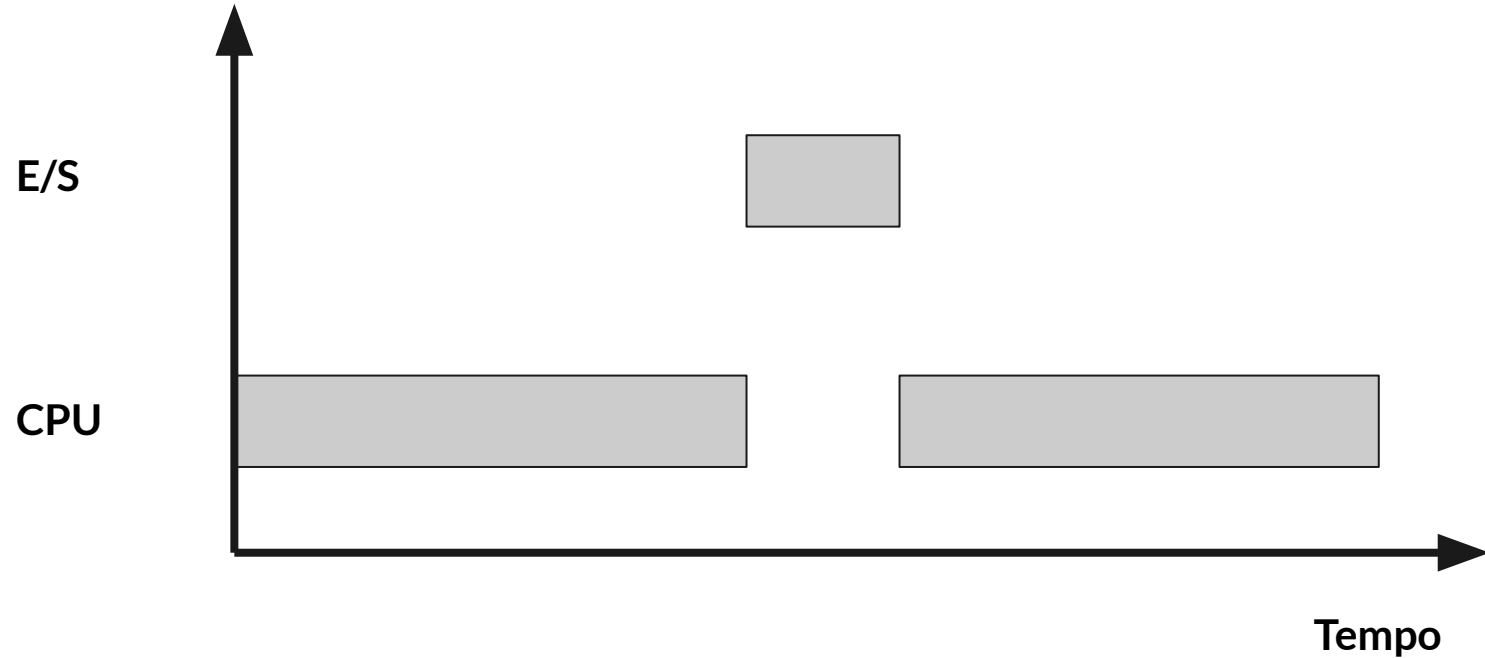
CPU-bound



Um processo CPU-bound gasta muito tempo no estado de execução, ou seja, utilizando-se muito do processador. Com isso, ele realiza poucas operações de entrada e saída (leitura e gravação).

Este tipo de processo é encontrado principalmente em aplicações científicas e de muito cálculo como, por exemplo, na inversão de uma matriz.

CPU-bound



Execução:

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/  
  
real    0m34.021s  
user    0m33.305s  
sys     0m0.008s
```

```
gso08@tau03-vm2:~/trabalho1/parte2$ /usr/bin/time -v ./cpu-bound  
Command being timed: "./cpu-bound"  
User time (seconds): 33.32  
System time (seconds): 0.00  
Percent of CPU this job got: 98%  
Elapsed (wall clock) time (h:mm:ss or m:ss): 0:33.87  
Average shared text size (kbytes): 0  
Average unshared data size (kbytes): 0  
Average stack size (kbytes): 0  
Average total size (kbytes): 0  
Maximum resident set size (kbytes): 800  
Average resident set size (kbytes): 0  
Major (requiring I/O) page faults: 0  
Minor (reclaiming a frame) page faults: 235  
Voluntary context switches: 1  
Involuntary context switches: 607  
Swaps: 0  
File system inputs: 0  
File system outputs: 0  
Socket messages sent: 0  
Socket messages received: 0  
Signals delivered: 0  
Page size (bytes): 4096  
Exit status: 0
```

Análise: CPU-bound



Tempo total	34.021 s
Percentual de uso da CPU	98%
Tempo em modo Kernel	8.0 ms
Tempo em modo usuário	33.305 s
Troca de contexto voluntárias	1
Troca de contexto involuntárias	607

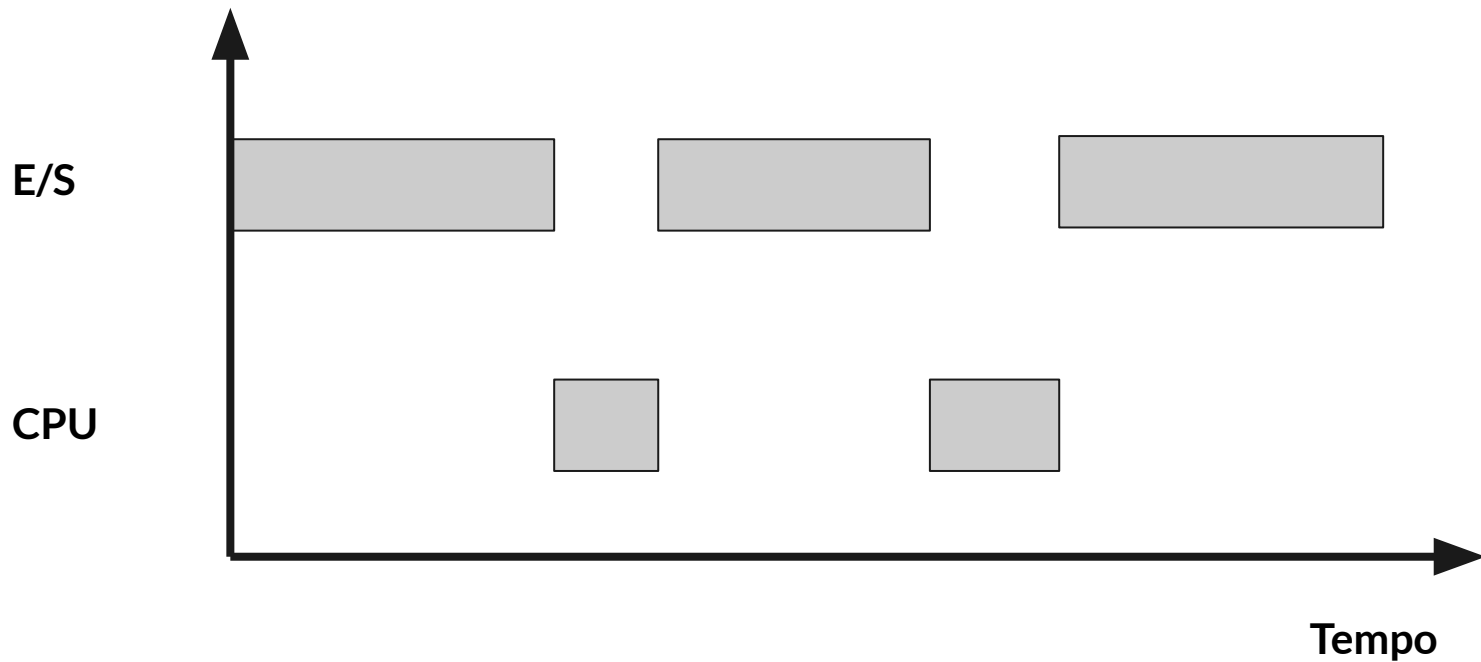
I/O-bound



Um processo I/O-bound gasta a maior parte de seu tempo no estado de espera, ou seja, depende muito mais das entradas e saídas. Com isso, ele requer um gasto menor de processamento.

Este tipo de processo é encontrado principalmente em aplicações comerciais que se baseiam em leitura, processamento e gravação.

I/O-bound



Execução:

```
real    0m0.032s
user    0m0.000s
sys     0m0.023s
```

```
Arquivo fechado com sucesso
Command being timed: "./main"
User time (seconds): 0.00
System time (seconds): 0.00
Percent of CPU this job got: 45%
Elapsed (wall clock) time (h:mm:ss or m:ss): 0:00.02
Average shared text size (kbytes): 0
Average unshared data size (kbytes): 0
Average stack size (kbytes): 0
Average total size (kbytes): 0
Maximum resident set size (kbytes): 1516
Average resident set size (kbytes): 0
Major (requiring I/O) page faults: 0
Minor (reclaiming a frame) page faults: 414
Voluntary context switches: 130
Involuntary context switches: 653
Swaps: 0
File system inputs: 0
File system outputs: 0
Socket messages sent: 0
Socket messages received: 0
Signals delivered: 0
Page size (bytes): 4096
Exit status: 0
```

Análise: I/O-bound



Tempo total	32.0 ms
Percentual de uso da CPU	45 %
Tempo em modo Kernel	23.0 ms
Tempo em modo usuário	0.000 s
Troca de contexto voluntárias	130
Troca de contexto involuntárias	653



FIM