Mestrado Integrado em Engenharia Informática

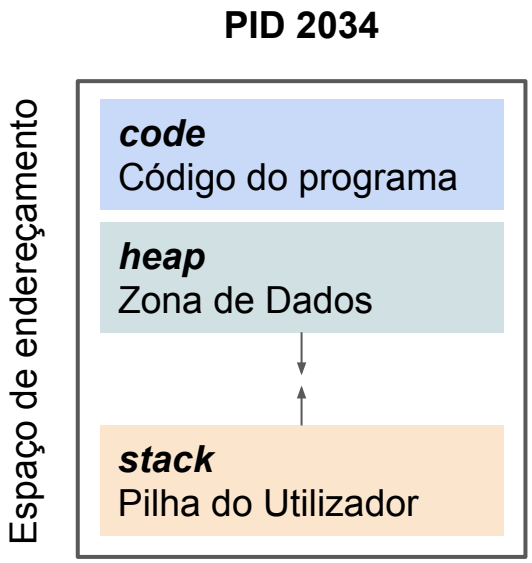
Guião 2
Gestão de Processos

Sistemas Operativos 2018/2019

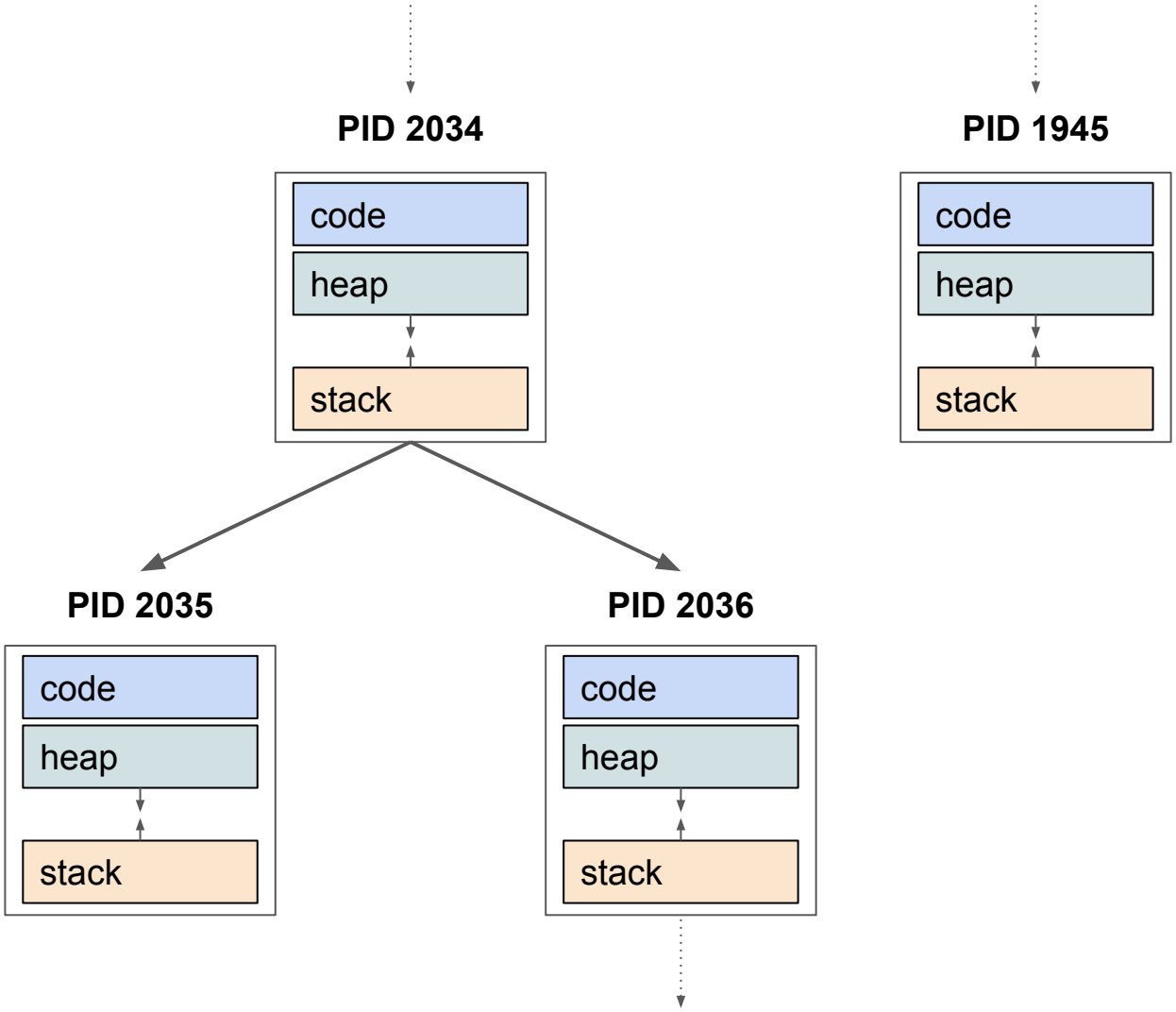
Universidade do Minho

Processo

- Um processo tem associado a si um espaço de endereçamento constituído por: Código do programa, *Heap* e *Stack*.
- Cada processo é identificado por um valor inteiro atribuído aquando da sua criação — *PID (Process Identifier)*.

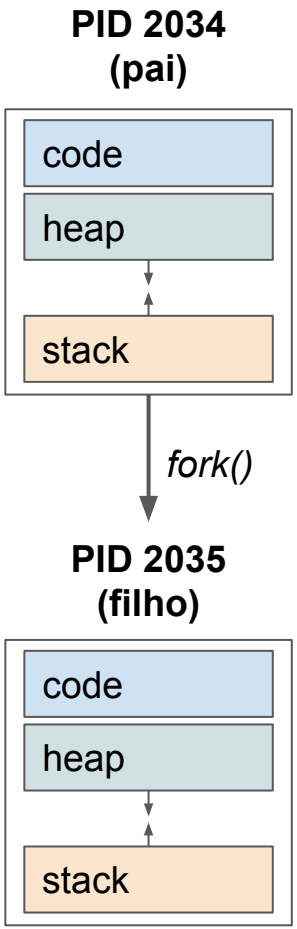


Hierarquia de processos



Criação de processos

- O processo-pai invoca a chamada ao sistema **`fork`** para criar um processo-filho.
- O processo-filho é um duplicado do processo-pai.
  - O processo-filho difere do processo-pai no seu PID
  - Cópia idêntica do espaço de endereçamento
  - Registos de CPU
  - Recursos abertos pelo processo-pai (ficheiros, …)
- Ambos os processos procedem a sua execução concorrentemente.
- Processos-filho podem criar outros processos.



Criação de processos — Chamada ao sistema

```
void fork();
```

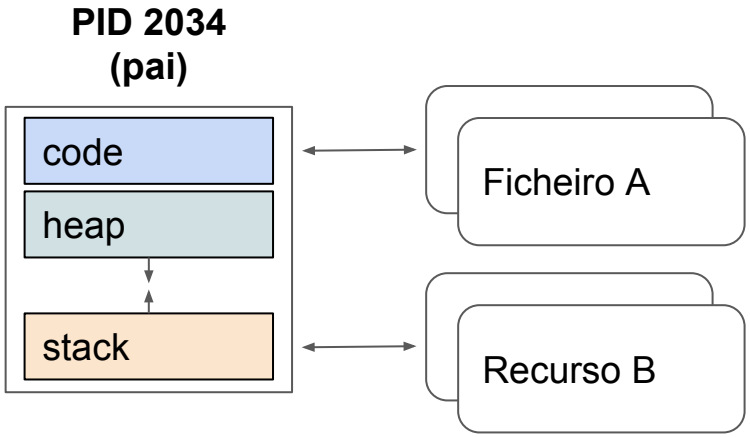
Cria um processo-filho a partir do processo atual.

Retorna, em caso de sucesso:

- **O identificador de processo (PID)** do processo-filho ao processo-pai
- O valor **0** ao processo-filho

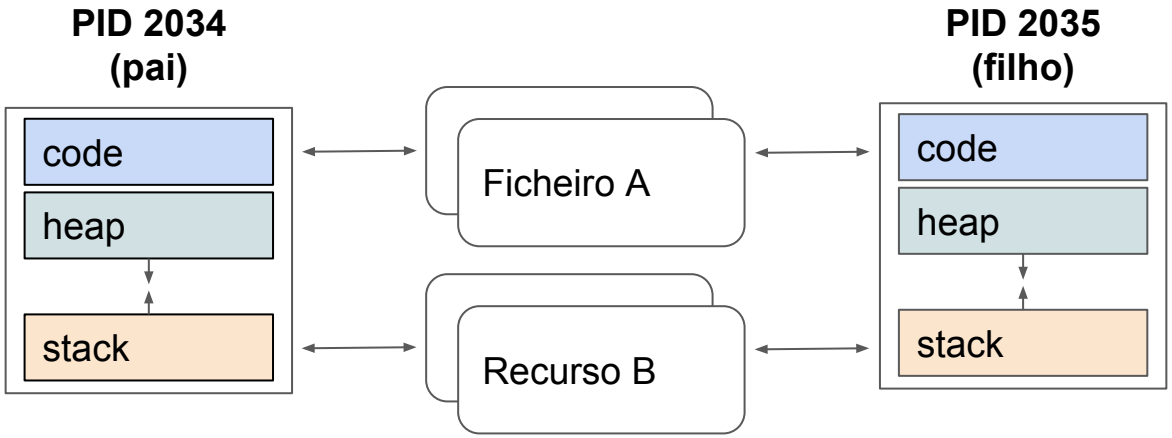
Retorna **-1** em caso de erro

Criação de processos - Exemplo




```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

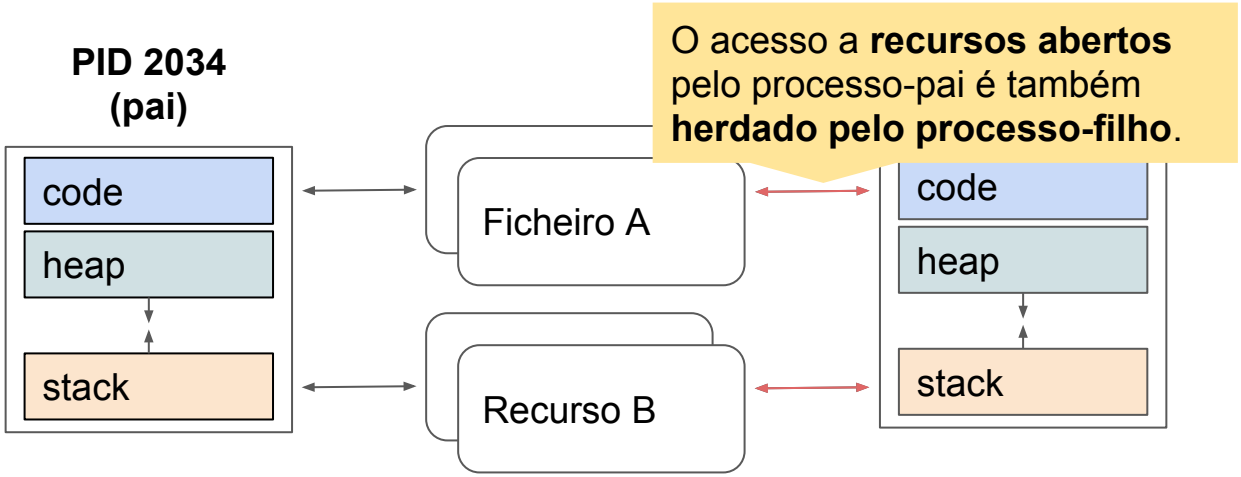
Criação de processos - Exemplo




```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

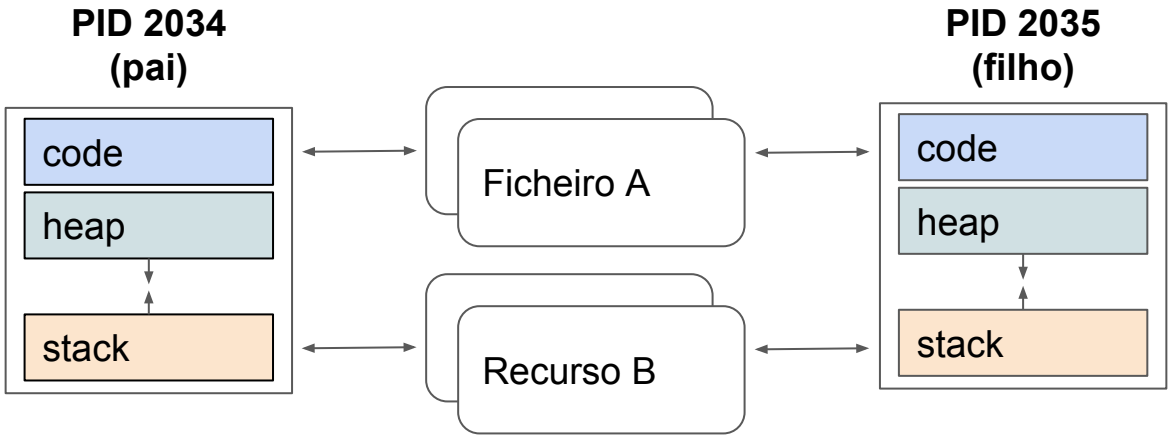
Criação de processos - Exemplo




```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

Criação de processos - Exemplo



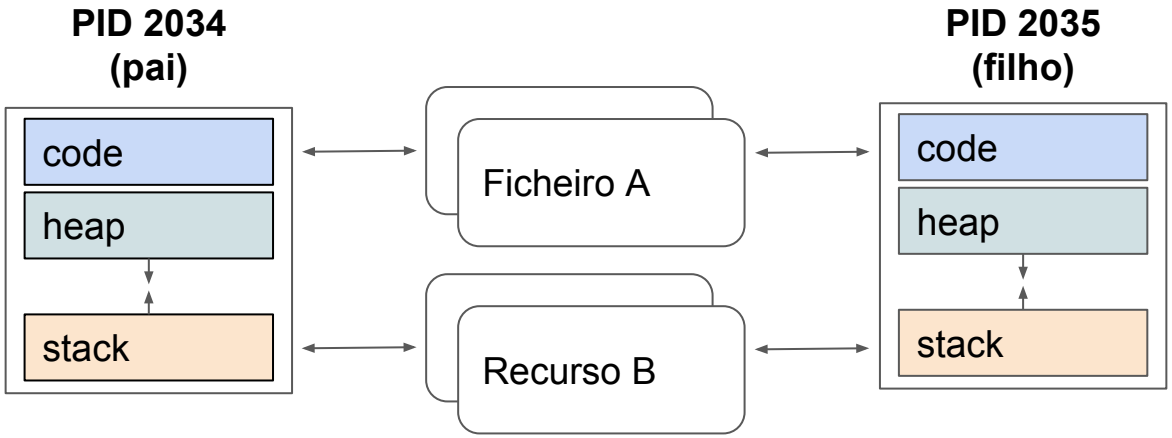

```
1 int mai
2   pid_t
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

fork() retorna o PID do filho ***(2035)*** ao processo-pai

```
1 int main()
2   pid_t pi
3
4   if ((pid = fork()) == 0) {
5     // código processo-filho
6   } else {
7     // código processo-pai
8   }
9 }
```

fork() retorna ***0*** ao processo-filho

Criação de processos - Exemplo




```c
int main() {
  pid_t pid;

  if ((pid = fork()) == 0) {
    // código processo-filho
  } else {
    // código processo-pai
  }
}
```

```c
int main() {
  pid_t pid;

  if ((pid = fork()) == 0) {
    // código processo-filho
  } else {
    // código processo-pai
  }
}
```

Terminação de processos

- O processo-filho termina a sua execução através da invocação da função **_exit**.
- O processo-pai pode aguardar que os processos-filho terminem através da chamada ao sistema **wait/waitpid**.
- O processo-pai pode aguardar por um processo-filho em particular usando a chamada ao sistema **waitpid**.

Terminação de processos — Chamada ao sistema

```
pid_t wait(int *status);
```

Bloqueia a execução do processo até um processo-filho terminar.

Retorna, em caso de sucesso:

- **O identificador de processo (PID)** do processo-filho que terminou
- O valor do apontador ***status*** é atualizado com o código de terminação do processo-filho.

O processo-pai pode verificar se o processo-filho terminou sem erros através da macro `WIFEXITED(status)`. O código de terminação é representado por apenas 8 bits e pode ser obtido com `WEXITSTATUS(status)`.

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11      printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11      printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid
6      // cód
7      _exit(0
8    } else {
9      // código proc
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

wait() bloqueia o processo-pai até um processo-filho terminar. Retorna PID do processo-filho que terminou.

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11      printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11      printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12             erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12             erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

_exit() termina o processo atual com código passado por argumento.

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código pro
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pa
10     pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

A variável ***status*** é atualizada com o código passado na chamada da função **_exit()**.

PID 2035
(filho)

```
1  int main() {
2    pid_t pid;
3    int status;
4
5    if ((pid = fork()) == 0) {
6      // código processo-filho
7      _exit(0);
8    } else {
9      // código processo-pai
10     pid_t child = wait(&status);
11      printf("filho saiu %d \
12               erro: %d\n", child, status);
13   }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo

PID 2034
(pai)

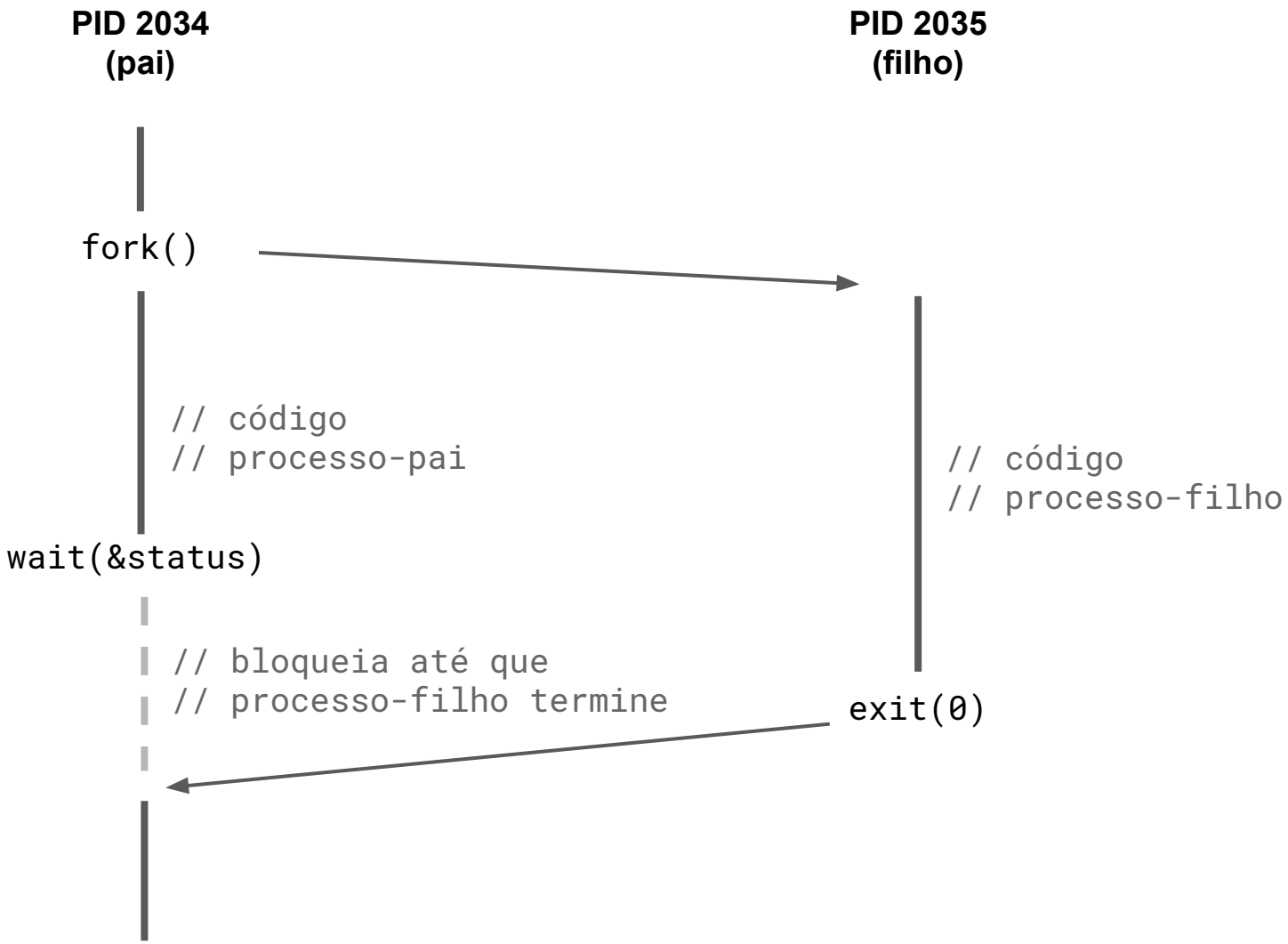
```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3   int status;
4
5   if ((pid = fork()) == 0) {
                          lho
                          ai
10    pid_t child = wait(&status);
11    printf("filho saiu %d \
12              erro: %d\n", child, status);
13  }
14 }
```

O processo pai continua a execução após a terminação do processo-filho.

PID 2035
(filho)

```
1 int main() {
2   pid_t pid;
3   int status;
4
5   if ((pid = fork()) == 0) {
6     // código processo-filho
7     _exit(0);
8   } else {
9     // código processo-pai
10    pid_t child = wait(&status);
11     printf("filho saiu %d \
12              erro: %d\n", child, status);
13  }
14 }
```

Terminação de processos - Exemplo



Notas

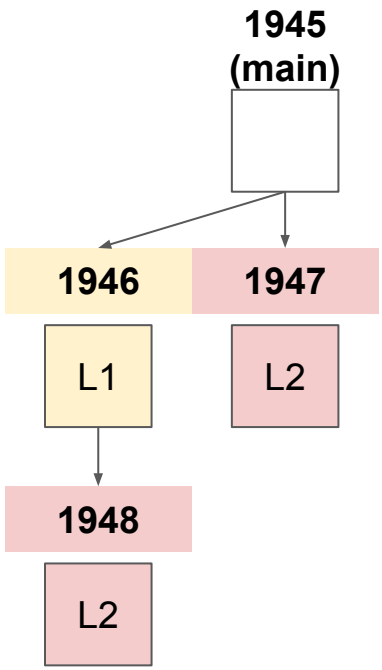
- Se o processo-pai terminar antes do processo-filho, o processo-filho torna-se órfão.
  - Neste caso, o processo-filho é adotado pelo processo **`init`**, cujo identificador de processo é **1**.

- Um processo diz-se no estado *zombie* se este terminou e o seu processo-pai ainda não o recolheu a correspondente informação (usando **`wait/waitpid`**).

- As chamadas ao sistema **`getpid`** e **`getppid`** podem ser usadas para retornar o PID do processo atual e o PID do processo-pai, respetivamente.

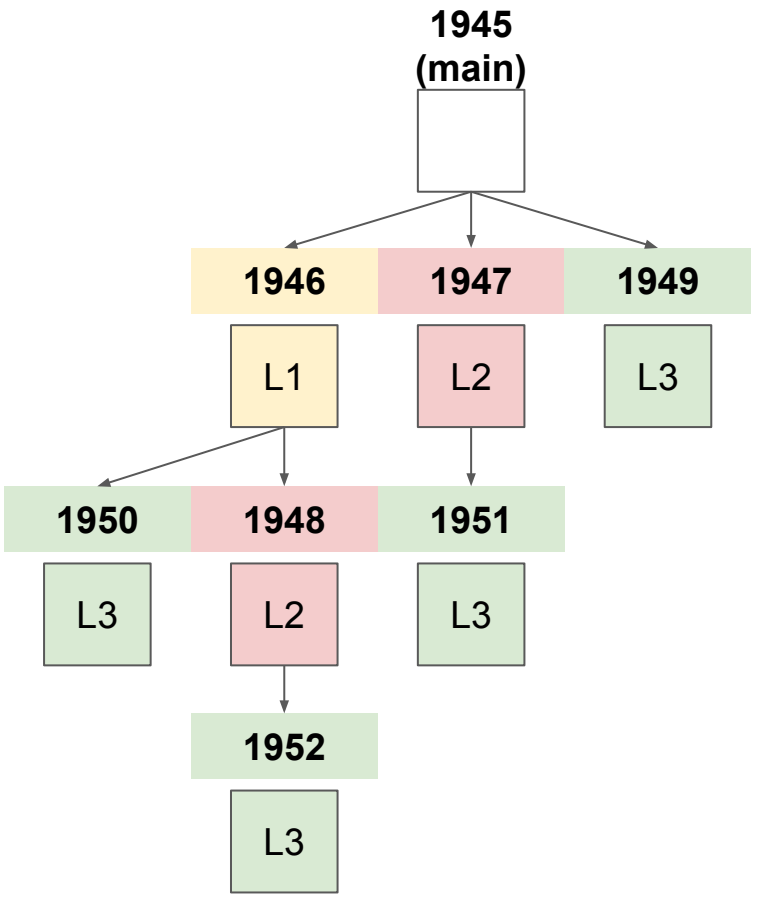
Exemplos de ***fork***

```c
int main() {
  fork();
  // Level 1
  fork();
  // Level 2
}
```



Exemplos de ***fork***

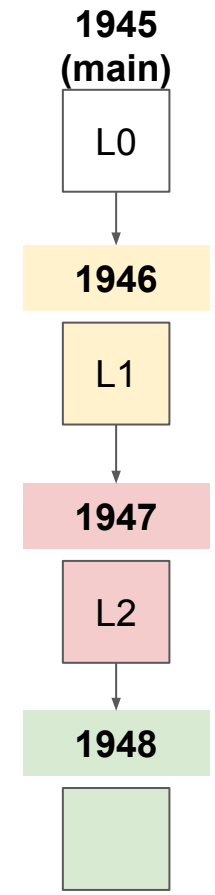
```c
int main() {
  fork();
  // Level 1
  fork();
  // Level 2
  fork();
  // Level 3
}
```



Exemplos de ***fork***

```c
int main() {
  printf("L0\n");

  if(fork() == 0) {
    printf("L1\n");

    if(fork() == 0) {
      println("L2\n");
      fork();
      println("Forked\n");
    }

  }

  printf("Bye\n");
}
```

Qual é o output deste processo?



Sumário

`fork`

- Cria um processo duplicado do processo atual, incluindo o acesso a recursos abertos.
- Resulta em dois processos: pai e filho.
- Ambos continuam a execução do mesmo ponto.

`_exit`

- Termina o programa de forma ordeira, libertando recursos associados.
- Desbloqueia o processo-pai, caso este esteja bloqueado a aguardar que o processo-filho termine.

`wait/waitpid`

- Usado pelo processo-pai para aguardar que os processos-filho terminem.

Material de apoio

- José Alves Marques, Paulo Ferreira, Carlos Nuno da Cruz Ribeiro, Luís Veiga e Rodrigo Rodrigues, Sistemas Operativos., Oct 2012, FCA, ISBN 978-972-722-756-3.
- http://www.csl.mtu.edu/cs4411.ck/www/NOTES/process/fork/create.html