

Relatório do Laboratório 5 de INF 1036 - Sistemas Operacionais

Laboratório 5 - Semáforos

Data: 20/11/2023

Alunos:

Leo Lomardo - matrícula 2020201

Lucas Lucena - matrícula 2010796

Exercício 1: Semáforos

Objetivo:

Criar programa que utilize a memória compartilhada para trocar 128 mensagens entre 2 processos/programas independentes. Use semáforos para sincronizar a aplicação da seguinte forma:

Processo síncrono: Processo 1 escreve mensagem na memória compartilhada, processo 2 lê a mensagem da memória compartilhada e informa ao processo 1 que pode enviar nova mensagem. As mensagens são strings de, no máximo, 15 caracteres e têm o seguinte formato: "mensagem 1", "mensagem 2", etc. As mensagens são tratadas uma de cada vez

Processo assíncrono: Processos assíncronos: Processo 1 escreve as mensagens para serem tratadas pelo processo 2. O buffer de comunicação entre os processos, que fica na memória compartilhada, é capaz de armazenar apenas 8 mensagens. As mensagens são strings de, no máximo, 80 caracteres e são exibidas a fim de mostrar o que está ocorrendo na aplicação, informando que a mensagem foi enviada pelo processo 1 e que foi recebida pelo processo 2. Os processos devem, obrigatoriamente, ser concorrentes. As mensagens são strings de, no máximo, 15 caracteres e têm o seguinte formato: "mensagem 1", "mensagem 2", etc.

Processos Síncronos:

Estrutura do programa:

Semáforos e Memória Compartilhada:

Dois semáforos (sem1 e sem2) são usados para sincronizar a comunicação entre os processos.

sem_Geral é uma área de memória compartilhada usada para armazenar o buffer de comunicação e é acessada pelos dois processos.

Criação da Memória Compartilhada e Semáforos:

shm_open é usado para criar a área de memória compartilhada e obter um descritor de arquivo associado a ela.

sem_open é usado para criar os semáforos.

Inicialização dos Semáforos:

Os semáforos são inicializados com o valor 0, indicando que o processo que espera (no caso, o processo filho) deve esperar até que o semáforo seja incrementado pelo processo que escreve (no caso, o processo pai).

Mapeamento da Memória Compartilhada:

mmap é usado para mapear a área de memória compartilhada no espaço de endereçamento do processo.

Fork:

Um novo processo é criado usando fork(). O processo filho e o processo pai executam códigos diferentes, mas compartilham a mesma memória.

Comunicação:

O processo pai escreve uma mensagem na memória compartilhada, imprime a mensagem e incrementa sem1, indicando que o processo filho pode ler.

O processo filho lê a mensagem, imprime-a e incrementa sem2, indicando que o processo pai pode escrever novamente.

Limpeza:

Após a conclusão da comunicação, a memória compartilhada e os semáforos são fechados e removidos.

Solução:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <sys/mman.h> //adiciona flags adicionais para mmap
#include <fcntl.h> //define O_CREATE
#include <semaphore.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/stat.h>
```

```

#define NUM_MENS 128
#define BUFFER_SIZE 2048
#define SEM_NAME1 "/sem1_name"
#define SEM_NAME2 "/sem2_name"
#define SEM_GERAL "shared_sem"

int main(void){
    sem_t *sem1;
    sem_t *sem2;
    int sem_Geral;
    void *sharedMem_ptr;
    int count = 0;

    sem_Geral = shm_open(SEM_GERAL, O_CREAT | O_RDWR, 0666);
    /*
        FLAG O_RDWR utilizada para abrir a regiao com permissão de leitura
e de escrita
    */
    if(sem_Geral == -1){
        perror("sem_open");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    if (ftruncate(sem_Geral, BUFFER_SIZE) == -1) {
        perror("ftruncate");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    sem1 = sem_open(SEM_NAME1, O_CREAT, 0666, 0);
    if (sem1 == SEM_FAILED) {
        perror("sem_open1");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    sem2 = sem_open(SEM_NAME2, O_CREAT, 0666, 0);
    if (sem2 == SEM_FAILED) {
        perror("sem_open2");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
}

```

```

    sharedMem_ptr = mmap(NULL, BUFFER_SIZE, PROT_READ | PROT_WRITE,
MAP_SHARED, sem_Geral, 0 );
    if (sharedMem_ptr == MAP_FAILED) {
        perror("mmap");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    pid_t pid = fork();

    if(pid == -1){
        perror("Process Error");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }else if(pid == 0){ //processo filho

        for(count = 0; count < NUM_MENS; count++){
            sem_wait(sem1);
            printf("\t[FILHO]LEITURA> %s  \n", (char*)sharedMem_ptr);
            //fflush(stdout);
            sem_post(sem2);
        }
    }else{
        for(count = 0; count < NUM_MENS ; count++){
            sprintf((char *) sharedMem_ptr, "Mensagem %d", count+1);
            printf("[PAI]ESCRITA> %s\n", (char*)sharedMem_ptr);
            //fflush(stdout);

            sem_post(sem1);
            sem_wait(sem2);
        }
    }

    munmap(sharedMem_ptr, BUFFER_SIZE); //Libera memoria compartilhada
alocada
    close(sem_Geral);
    sem_unlink(SEM_GERAL);

    sem_close(sem1);
    sem_unlink(SEM_NAME1);

    sem_close(sem2);
    sem_unlink(SEM_NAME2);

```

```
return 0;  
}
```

Saída do processo síncrono:

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 1  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 1  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 2  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 2  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 3  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 3  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 4  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 4  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 5  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 5  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 6  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 6  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 7  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 7  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 8  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 8  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 9  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 9  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 10  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 10  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 11  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 11  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 12  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 12  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 13  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 13  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 14  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 14  
[PAI] ESCRITA> Mensagem 15  
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 15
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 16
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 16
[PAI] ESCRITA> Mensagem 17
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 17
[PAI] ESCRITA> Mensagem 18
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 18
[PAI] ESCRITA> Mensagem 19
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 19
[PAI] ESCRITA> Mensagem 20
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 20
[PAI] ESCRITA> Mensagem 21
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 21
[PAI] ESCRITA> Mensagem 22
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 22
[PAI] ESCRITA> Mensagem 23
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 23
[PAI] ESCRITA> Mensagem 24
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 24
[PAI] ESCRITA> Mensagem 25
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 25
[PAI] ESCRITA> Mensagem 26
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 26
[PAI] ESCRITA> Mensagem 27
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 27
[PAI] ESCRITA> Mensagem 28
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 28
[PAI] ESCRITA> Mensagem 29
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 29
[PAI] ESCRITA> Mensagem 30
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 30
[PAI] ESCRITA> Mensagem 31
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 31
[PAI] ESCRITA> Mensagem 32
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 32
[PAI] ESCRITA> Mensagem 33
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 33
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 34
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 34
[PAI] ESCRITA> Mensagem 35
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 35
[PAI] ESCRITA> Mensagem 36
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 36
[PAI] ESCRITA> Mensagem 37
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 37
[PAI] ESCRITA> Mensagem 38
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 38
[PAI] ESCRITA> Mensagem 39
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 39
[PAI] ESCRITA> Mensagem 40
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 40
[PAI] ESCRITA> Mensagem 41
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 41
[PAI] ESCRITA> Mensagem 42
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 42
[PAI] ESCRITA> Mensagem 43
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 43
[PAI] ESCRITA> Mensagem 44
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 44
[PAI] ESCRITA> Mensagem 45
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 45
[PAI] ESCRITA> Mensagem 46
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 46
[PAI] ESCRITA> Mensagem 47
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 47
[PAI] ESCRITA> Mensagem 48
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 48
[PAI] ESCRITA> Mensagem 49
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 49
[PAI] ESCRITA> Mensagem 50
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 50
[PAI] ESCRITA> Mensagem 51
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 51
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 52
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 52
[PAI] ESCRITA> Mensagem 53
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 53
[PAI] ESCRITA> Mensagem 54
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 54
[PAI] ESCRITA> Mensagem 55
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 55
[PAI] ESCRITA> Mensagem 56
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 56
[PAI] ESCRITA> Mensagem 57
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 57
[PAI] ESCRITA> Mensagem 58
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 58
[PAI] ESCRITA> Mensagem 59
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 59
[PAI] ESCRITA> Mensagem 60
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 60
[PAI] ESCRITA> Mensagem 61
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 61
[PAI] ESCRITA> Mensagem 62
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 62
[PAI] ESCRITA> Mensagem 63
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 63
[PAI] ESCRITA> Mensagem 64
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 64
[PAI] ESCRITA> Mensagem 65
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 65
[PAI] ESCRITA> Mensagem 66
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 66
[PAI] ESCRITA> Mensagem 67
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 67
[PAI] ESCRITA> Mensagem 68
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 68
[PAI] ESCRITA> Mensagem 69
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 69
```



```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 70
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 70
[PAI] ESCRITA> Mensagem 71
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 71
[PAI] ESCRITA> Mensagem 72
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 72
[PAI] ESCRITA> Mensagem 73
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 73
[PAI] ESCRITA> Mensagem 74
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 74
[PAI] ESCRITA> Mensagem 75
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 75
[PAI] ESCRITA> Mensagem 76
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 76
[PAI] ESCRITA> Mensagem 77
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 77
[PAI] ESCRITA> Mensagem 78
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 78
[PAI] ESCRITA> Mensagem 79
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 79
[PAI] ESCRITA> Mensagem 80
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 80
[PAI] ESCRITA> Mensagem 81
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 81
[PAI] ESCRITA> Mensagem 82
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 82
[PAI] ESCRITA> Mensagem 83
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 83
[PAI] ESCRITA> Mensagem 84
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 84
[PAI] ESCRITA> Mensagem 85
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 85
[PAI] ESCRITA> Mensagem 86
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 86
[PAI] ESCRITA> Mensagem 87
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 87
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 88
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 88
[PAI] ESCRITA> Mensagem 89
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 89
[PAI] ESCRITA> Mensagem 90
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 90
[PAI] ESCRITA> Mensagem 91
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 91
[PAI] ESCRITA> Mensagem 92
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 92
[PAI] ESCRITA> Mensagem 93
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 93
[PAI] ESCRITA> Mensagem 94
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 94
[PAI] ESCRITA> Mensagem 95
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 95
[PAI] ESCRITA> Mensagem 96
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 96
[PAI] ESCRITA> Mensagem 97
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 97
[PAI] ESCRITA> Mensagem 98
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 98
[PAI] ESCRITA> Mensagem 99
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 99
[PAI] ESCRITA> Mensagem 100
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 100
[PAI] ESCRITA> Mensagem 101
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 101
[PAI] ESCRITA> Mensagem 102
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 102
[PAI] ESCRITA> Mensagem 103
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 103
[PAI] ESCRITA> Mensagem 104
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 104
[PAI] ESCRITA> Mensagem 105
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 105
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 106
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 106
[PAI] ESCRITA> Mensagem 107
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 107
[PAI] ESCRITA> Mensagem 108
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 108
[PAI] ESCRITA> Mensagem 109
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 109
[PAI] ESCRITA> Mensagem 110
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 110
[PAI] ESCRITA> Mensagem 111
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 111
[PAI] ESCRITA> Mensagem 112
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 112
[PAI] ESCRITA> Mensagem 113
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 113
[PAI] ESCRITA> Mensagem 114
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 114
[PAI] ESCRITA> Mensagem 115
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 115
[PAI] ESCRITA> Mensagem 116
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 116
[PAI] ESCRITA> Mensagem 117
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 117
[PAI] ESCRITA> Mensagem 118
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 118
[PAI] ESCRITA> Mensagem 119
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 119
[PAI] ESCRITA> Mensagem 120
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 120
[PAI] ESCRITA> Mensagem 121
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 121
[PAI] ESCRITA> Mensagem 122
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 122
[PAI] ESCRITA> Mensagem 123
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 123
```

```
[PAI] ESCRITA> Mensagem 124
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 124
[PAI] ESCRITA> Mensagem 125
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 125
[PAI] ESCRITA> Mensagem 126
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 126
[PAI] ESCRITA> Mensagem 127
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 127
[PAI] ESCRITA> Mensagem 128
      [FILHO] LEITURA> Mensagem 128
```

Processos assíncronos:

Estrutura do programa:

Struct para Dados Compartilhados:

Uso de estrutura (shared_data) para armazenar os dados compartilhados, incluindo um buffer para armazenar as mensagens, índices de leitura e escrita. Isso é uma abordagem sólida.

Semáforos e Memória Compartilhada:

Uso de semáforos (sem1, sem2, e sem_mutex) e memória compartilhada (sem_Geral) para sincronizar a comunicação entre os processos.

Inicialização dos Semáforos:

A inicialização dos semáforos é feita corretamente. Inicializa-se sem1 com 8 (o tamanho do buffer), indicando que há espaço para 8 mensagens.

Índices Circulares para o Buffer:

Uso de índices circulares para o buffer, garantindo que a leitura e escrita ocorram de forma eficiente e sem estouro do buffer.

Uso de Semáforo Mutex (sem_mutex):

Usa-se um semáforo mutex para garantir a exclusão mútua ao acessar o buffer compartilhado, prática para evitar condições de corrida.

Impressão Atômica:

A impressão das mensagens é feita dentro da seção crítica, protegida pelo semáforo mutex. Isso garante que a saída seja coerente e não misturada entre os processos.

Limpeza Adequada:

Libera a memória compartilhada, fechando os semáforos e removendo-os após o uso.

Solução:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/mman.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <semaphore.h>
#include <string.h>

#define BUFFER_SIZE 2048
#define NUM_MENS 128
#define MAX_MEN_NUM 8
#define SEM_NAME1 "/my_sem1"
#define SEM_NAME2 "/my_sem2"
#define SEM_MUTEX "/my_sem3"
#define SEM_GERAL "/sem_Geral1"

typedef struct {
    char buffer[MAX_MEN_NUM][80];
    int read_index;
    int write_index;
} shared_data;

int main() {
    int sem_Geral;
    sem_t *sem1;
    sem_t *sem2;
    sem_t *sem_mutex;
    shared_data *sharedMem_ptr;

    sem_Geral = shm_open(SEM_GERAL, O_CREAT | O_RDWR, 0666);
```

```

if(sem_Geral == -1){
    perror("sem_open");
    exit(1);
}

if (ftruncate(sem_Geral, BUFFER_SIZE) == -1) {
    perror("ftruncate");
    exit(1);
}

sharedMem_ptr = (shared_data *) mmap(NULL, BUFFER_SIZE, PROT_READ |
PROT_WRITE, MAP_SHARED, sem_Geral, 0);
if (sharedMem_ptr == MAP_FAILED) {
    perror("mmap");
    exit(1);
}

sem1 = sem_open(SEM_NAME1, O_CREAT, 0666, 8);
sem2 = sem_open(SEM_NAME2, O_CREAT, 0666, 0);
sem_mutex = sem_open(SEM_MUTEX, O_CREAT, 0666, 1);

pid_t pid = fork();
if(pid == -1){
    perror("Process Error");
    exit(1);
}else if(pid == 0){
    for(int i = 0; i < NUM_MENS; i++){
        sem_wait(sem2);
        sem_wait(sem_mutex);
        printf("[FILHO]LEITURA> %s\n",
sharedMem_ptr->buffer[sharedMem_ptr->read_index]);
        sharedMem_ptr->read_index = (sharedMem_ptr->read_index + 1) %
MAX_MEN_NUM;
        sem_post(sem_mutex);
        sem_post(sem1);
    }
}else{
    for(int i = 0; i < NUM_MENS ; i++){
        sem_wait(sem1);

```

```

        sem_wait(sem_mutex);
        sprintf(sharedMem_ptr->buffer[sharedMem_ptr->write_index],
"Mensagem %d", i+1);
        printf("[PAI] ESCRITA> %s\n",
sharedMem_ptr->buffer[sharedMem_ptr->write_index]);
        sharedMem_ptr->write_index = (sharedMem_ptr->write_index + 1) %
MAX_MEN_NUM;
        sem_post(sem_mutex);
        sem_post(sem2);
    }
}

munmap(sharedMem_ptr, BUFFER_SIZE);
close(sem_Geral);
shm_unlink(SEM_GERAL);

sem_close(sem1);
sem_unlink(SEM_NAME1);

sem_close(sem2);
sem_unlink(SEM_NAME2);

sem_close(sem_mutex);
sem_unlink(SEM_MUTEX);

return 0;
}

```

Saída do processo assíncrono:

```

[PAI] ESCRITA> Mensagem 1
[PAI] ESCRITA> Mensagem 2
[PAI] ESCRITA> Mensagem 3
[PAI] ESCRITA> Mensagem 4
[PAI] ESCRITA> Mensagem 5
[PAI] ESCRITA> Mensagem 6
[PAI] ESCRITA> Mensagem 7

```

```
[PAI]ESCRITA> Mensagem 8
[FILHO]LEITURA> Mensagem 1
[FILHO]LEITURA> Mensagem 2
[FILHO]LEITURA> Mensagem 3
[FILHO]LEITURA> Mensagem 4
[FILHO]LEITURA> Mensagem 5
[FILHO]LEITURA> Mensagem 6
[FILHO]LEITURA> Mensagem 7
[FILHO]LEITURA> Mensagem 8
[PAI]ESCRITA> Mensagem 9
[PAI]ESCRITA> Mensagem 10
[PAI]ESCRITA> Mensagem 11
[PAI]ESCRITA> Mensagem 12
[PAI]ESCRITA> Mensagem 13
[PAI]ESCRITA> Mensagem 14
[PAI]ESCRITA> Mensagem 15
[PAI]ESCRITA> Mensagem 16
[FILHO]LEITURA> Mensagem 9
[FILHO]LEITURA> Mensagem 10
[FILHO]LEITURA> Mensagem 11
[FILHO]LEITURA> Mensagem 12
[FILHO]LEITURA> Mensagem 13
[FILHO]LEITURA> Mensagem 14
[FILHO]LEITURA> Mensagem 15
[FILHO]LEITURA> Mensagem 16
[PAI]ESCRITA> Mensagem 17
[PAI]ESCRITA> Mensagem 18
[PAI]ESCRITA> Mensagem 19
[PAI]ESCRITA> Mensagem 20
[PAI]ESCRITA> Mensagem 21
[PAI]ESCRITA> Mensagem 22
[PAI]ESCRITA> Mensagem 23
[PAI]ESCRITA> Mensagem 24
[FILHO]LEITURA> Mensagem 17
[FILHO]LEITURA> Mensagem 18
[FILHO]LEITURA> Mensagem 19
```



```
[FILHO]LEITURA> Mensagem 20
[FILHO]LEITURA> Mensagem 21
[FILHO]LEITURA> Mensagem 22
[FILHO]LEITURA> Mensagem 23
[FILHO]LEITURA> Mensagem 24
[PAI]ESCRITA> Mensagem 25
[PAI]ESCRITA> Mensagem 26
[PAI]ESCRITA> Mensagem 27
[PAI]ESCRITA> Mensagem 28
[PAI]ESCRITA> Mensagem 29
[PAI]ESCRITA> Mensagem 30
[PAI]ESCRITA> Mensagem 31
[PAI]ESCRITA> Mensagem 32
[FILHO]LEITURA> Mensagem 25
[FILHO]LEITURA> Mensagem 26
[FILHO]LEITURA> Mensagem 27
[FILHO]LEITURA> Mensagem 28
[FILHO]LEITURA> Mensagem 29
[FILHO]LEITURA> Mensagem 30
[FILHO]LEITURA> Mensagem 31
[FILHO]LEITURA> Mensagem 32
[PAI]ESCRITA> Mensagem 33
[PAI]ESCRITA> Mensagem 34
[PAI]ESCRITA> Mensagem 35
[PAI]ESCRITA> Mensagem 36
[PAI]ESCRITA> Mensagem 37
[PAI]ESCRITA> Mensagem 38
[PAI]ESCRITA> Mensagem 39
[PAI]ESCRITA> Mensagem 40
[FILHO]LEITURA> Mensagem 33
[FILHO]LEITURA> Mensagem 34
[FILHO]LEITURA> Mensagem 35
[FILHO]LEITURA> Mensagem 36
[FILHO]LEITURA> Mensagem 37
[FILHO]LEITURA> Mensagem 38
[FILHO]LEITURA> Mensagem 39
```

```
[FILHO]LEITURA> Mensagem 40
[PAI]ESCRITA> Mensagem 41
[PAI]ESCRITA> Mensagem 42
[PAI]ESCRITA> Mensagem 43
[PAI]ESCRITA> Mensagem 44
[PAI]ESCRITA> Mensagem 45
[PAI]ESCRITA> Mensagem 46
[PAI]ESCRITA> Mensagem 47
[PAI]ESCRITA> Mensagem 48
[FILHO]LEITURA> Mensagem 41
[FILHO]LEITURA> Mensagem 42
[FILHO]LEITURA> Mensagem 43
[FILHO]LEITURA> Mensagem 44
[FILHO]LEITURA> Mensagem 45
[FILHO]LEITURA> Mensagem 46
[FILHO]LEITURA> Mensagem 47
[FILHO]LEITURA> Mensagem 48
[PAI]ESCRITA> Mensagem 49
[PAI]ESCRITA> Mensagem 50
[PAI]ESCRITA> Mensagem 51
[PAI]ESCRITA> Mensagem 52
[PAI]ESCRITA> Mensagem 53
[PAI]ESCRITA> Mensagem 54
[PAI]ESCRITA> Mensagem 55
[PAI]ESCRITA> Mensagem 56
[FILHO]LEITURA> Mensagem 49
[FILHO]LEITURA> Mensagem 50
[FILHO]LEITURA> Mensagem 51
[FILHO]LEITURA> Mensagem 52
[FILHO]LEITURA> Mensagem 53
[FILHO]LEITURA> Mensagem 54
[FILHO]LEITURA> Mensagem 55
[FILHO]LEITURA> Mensagem 56
[PAI]ESCRITA> Mensagem 57
[PAI]ESCRITA> Mensagem 58
[PAI]ESCRITA> Mensagem 59
```

```
[PAI]ESCRITA> Mensagem 60
[PAI]ESCRITA> Mensagem 61
[PAI]ESCRITA> Mensagem 62
[PAI]ESCRITA> Mensagem 63
[PAI]ESCRITA> Mensagem 64
[FILHO]LEITURA> Mensagem 57
[FILHO]LEITURA> Mensagem 58
[FILHO]LEITURA> Mensagem 59
[FILHO]LEITURA> Mensagem 60
[FILHO]LEITURA> Mensagem 61
[FILHO]LEITURA> Mensagem 62
[FILHO]LEITURA> Mensagem 63
[FILHO]LEITURA> Mensagem 64
[PAI]ESCRITA> Mensagem 65
[PAI]ESCRITA> Mensagem 66
[PAI]ESCRITA> Mensagem 67
[PAI]ESCRITA> Mensagem 68
[PAI]ESCRITA> Mensagem 69
[PAI]ESCRITA> Mensagem 70
[PAI]ESCRITA> Mensagem 71
[PAI]ESCRITA> Mensagem 72
[FILHO]LEITURA> Mensagem 65
[FILHO]LEITURA> Mensagem 66
[FILHO]LEITURA> Mensagem 67
[FILHO]LEITURA> Mensagem 68
[FILHO]LEITURA> Mensagem 69
[FILHO]LEITURA> Mensagem 70
[FILHO]LEITURA> Mensagem 71
[FILHO]LEITURA> Mensagem 72
[PAI]ESCRITA> Mensagem 73
[PAI]ESCRITA> Mensagem 74
[PAI]ESCRITA> Mensagem 75
[PAI]ESCRITA> Mensagem 76
[PAI]ESCRITA> Mensagem 77
[PAI]ESCRITA> Mensagem 78
[PAI]ESCRITA> Mensagem 79
```

```
[PAI]ESCRITA> Mensagem 80
[FILHO]LEITURA> Mensagem 73
[FILHO]LEITURA> Mensagem 74
[FILHO]LEITURA> Mensagem 75
[FILHO]LEITURA> Mensagem 76
[FILHO]LEITURA> Mensagem 77
[FILHO]LEITURA> Mensagem 78
[FILHO]LEITURA> Mensagem 79
[FILHO]LEITURA> Mensagem 80
[PAI]ESCRITA> Mensagem 81
[PAI]ESCRITA> Mensagem 82
[PAI]ESCRITA> Mensagem 83
[PAI]ESCRITA> Mensagem 84
[PAI]ESCRITA> Mensagem 85
[PAI]ESCRITA> Mensagem 86
[PAI]ESCRITA> Mensagem 87
[PAI]ESCRITA> Mensagem 88
[FILHO]LEITURA> Mensagem 81
[FILHO]LEITURA> Mensagem 82
[FILHO]LEITURA> Mensagem 83
[FILHO]LEITURA> Mensagem 84
[FILHO]LEITURA> Mensagem 85
[FILHO]LEITURA> Mensagem 86
[FILHO]LEITURA> Mensagem 87
[FILHO]LEITURA> Mensagem 88
[PAI]ESCRITA> Mensagem 89
[PAI]ESCRITA> Mensagem 90
[PAI]ESCRITA> Mensagem 91
[PAI]ESCRITA> Mensagem 92
[PAI]ESCRITA> Mensagem 93
[PAI]ESCRITA> Mensagem 94
[PAI]ESCRITA> Mensagem 95
[PAI]ESCRITA> Mensagem 96
[FILHO]LEITURA> Mensagem 89
[FILHO]LEITURA> Mensagem 90
[FILHO]LEITURA> Mensagem 91
```

```
[FILHO]LEITURA> Mensagem 92
[FILHO]LEITURA> Mensagem 93
[FILHO]LEITURA> Mensagem 94
[FILHO]LEITURA> Mensagem 95
[FILHO]LEITURA> Mensagem 96
[PAI]ESCRITA> Mensagem 97
[PAI]ESCRITA> Mensagem 98
[PAI]ESCRITA> Mensagem 99
[PAI]ESCRITA> Mensagem 100
[PAI]ESCRITA> Mensagem 101
[PAI]ESCRITA> Mensagem 102
[PAI]ESCRITA> Mensagem 103
[PAI]ESCRITA> Mensagem 104
[FILHO]LEITURA> Mensagem 97
[FILHO]LEITURA> Mensagem 98
[FILHO]LEITURA> Mensagem 99
[FILHO]LEITURA> Mensagem 100
[FILHO]LEITURA> Mensagem 101
[FILHO]LEITURA> Mensagem 102
[FILHO]LEITURA> Mensagem 103
[FILHO]LEITURA> Mensagem 104
[PAI]ESCRITA> Mensagem 105
[PAI]ESCRITA> Mensagem 106
[PAI]ESCRITA> Mensagem 107
[PAI]ESCRITA> Mensagem 108
[PAI]ESCRITA> Mensagem 109
[PAI]ESCRITA> Mensagem 110
[PAI]ESCRITA> Mensagem 111
[PAI]ESCRITA> Mensagem 112
[FILHO]LEITURA> Mensagem 105
[FILHO]LEITURA> Mensagem 106
[FILHO]LEITURA> Mensagem 107
[FILHO]LEITURA> Mensagem 108
[FILHO]LEITURA> Mensagem 109
[FILHO]LEITURA> Mensagem 110
[FILHO]LEITURA> Mensagem 111
```

```
[FILHO]LEITURA> Mensagem 112
[PAI]ESCRITA> Mensagem 113
[PAI]ESCRITA> Mensagem 114
[PAI]ESCRITA> Mensagem 115
[PAI]ESCRITA> Mensagem 116
[PAI]ESCRITA> Mensagem 117
[PAI]ESCRITA> Mensagem 118
[PAI]ESCRITA> Mensagem 119
[PAI]ESCRITA> Mensagem 120
[FILHO]LEITURA> Mensagem 113
[FILHO]LEITURA> Mensagem 114
[FILHO]LEITURA> Mensagem 115
[FILHO]LEITURA> Mensagem 116
[FILHO]LEITURA> Mensagem 117
[FILHO]LEITURA> Mensagem 118
[FILHO]LEITURA> Mensagem 119
[FILHO]LEITURA> Mensagem 120
[PAI]ESCRITA> Mensagem 121
[PAI]ESCRITA> Mensagem 122
[PAI]ESCRITA> Mensagem 123
[PAI]ESCRITA> Mensagem 124
[PAI]ESCRITA> Mensagem 125
[PAI]ESCRITA> Mensagem 126
[PAI]ESCRITA> Mensagem 127
[PAI]ESCRITA> Mensagem 128
[FILHO]LEITURA> Mensagem 121
[FILHO]LEITURA> Mensagem 122
[FILHO]LEITURA> Mensagem 123
[FILHO]LEITURA> Mensagem 124
[FILHO]LEITURA> Mensagem 125
[FILHO]LEITURA> Mensagem 126
[FILHO]LEITURA> Mensagem 127
[FILHO]LEITURA> Mensagem 128
```

Observações e conclusões:

A concorrência foi garantida através do uso de semáforos e memória compartilhada. Os semáforos são usados para coordenar o acesso aos recursos compartilhados (como o buffer de mensagens) entre os processos pai e filho, evitando condições de corrida e garantindo a exclusão mútua quando necessário.

A comunicação assíncrona entre os processos é implementada usando um buffer circular compartilhado, onde o processo pai escreve mensagens e o processo filho lê essas mensagens.

Todos os programas funcionaram como o esperado e demonstram bem a diferença entre os processos síncronos e os assíncronos.