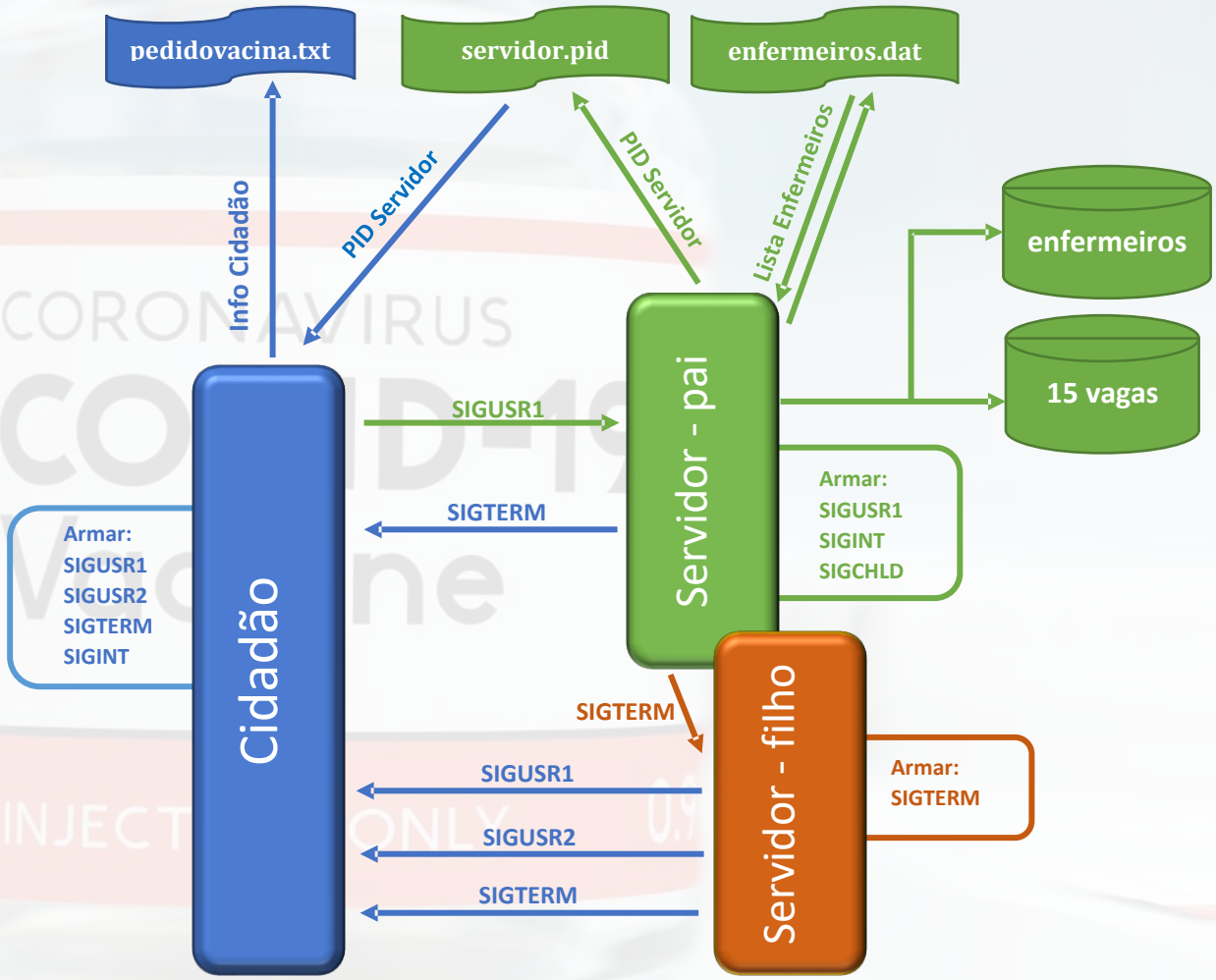
Projeto *Covid-IUL (Parte 2)*

Nesta parte do trabalho, será implementado um modelo simplificado da Administração de vacinas dos cidadãos do sistema Covid-IUL, baseado em comunicação por sinais entre processos, utilizando a linguagem de programação C. Considere o seguinte diagrama, que apresenta uma visão geral da arquitetura pretendida:



Ideia Geral: Pretende-se, nesta fase, simular a realização da vacinação no sistema Covid-IUL. Assim, teremos dois módulos a realizar – **Cidadão** e **Servidor**.

Entrega, relatório e autoavaliação

O trabalho de SO será realizado **individualmente**, logo sem recurso a grupos.

A entrega da Parte 2 do trabalho será realizada através da criação de **um** ficheiro ZIP cujo nome é o nº do aluno, e.g., **"a<nºaluno>-parte-2.zip"** (**ATENÇÃO:** não serão aceites ficheiros RAR, 7Z ou outro formato) onde estarão todos os ficheiros criados. Estes serão apenas os ficheiros de código, ou seja, na primeira parte, apenas os ficheiros Shell **(*.sh).** Cada um dos módulos será desenvolvido com base nos ficheiros fornecidos, e que estão na diretoria do Tigre **"/home/so/trabalho-2020-2021/parte-2"**, e deverá incluir nos comentários iniciais um "relatório" indicando a descrição do módulo e explicação do mesmo (poderá ser muito reduzida se o código tiver comentários bem descritivos). Naturalmente, deverão copiar todos estes ficheiros para a vossa área.

Para criarem o ficheiro ZIP, deverão usar, no Tigre, o comando **$ zip a<nº aluno>-parte-2.zip <ficheiros>**, por exemplo:

```
$ zip a123456-parte-2.zip *.c *.h
```

A entrega desta parte do trabalho deverá ser feita por via eletrónica, através do e-learning:

- e-learning da UC Sistemas Operativos;
- Selecionam a opção sub-menu "Conteúdo/Content";
- Selecionem o link "Trabalho Prático 2020/2021 Parte 2";
- Dentro do formulário "Visualizar Exercício de carregamento: Trabalho Prático 2020/2021 Parte 2", selecionem "Anexar Arquivo" e anexem o vosso ficheiro .zip. Podem submeter o vosso trabalho as vezes que desejarem, **apenas a última submissão será contabilizada**. Certifiquem-se que a submissão foi concluída, e que esta última versão tem todas as alterações que desejam entregar dado que os docentes apenas considerarão esta última submissão;
- Avisamos que a hora de entrega final acontece sempre poucos **minutos antes da meia-noite**, pelo que se urge a que os alunos não esperem pela hora final para entregarem e o façam, idealmente um dia antes, ou no pior caso, pelo menos uma hora antes. Não serão consideradas válidas as entregas realizadas por e-mail. Poderão testar a entrega nos dias anteriores para perceberem se têm algum problema com a entrega, sendo que, novamente, apenas a última submissão conta.

Política em caso de fraude

O trabalho entregue deve corresponder ao esforço individual de cada aluno. São consideradas fraudes as seguintes situações: Trabalho parcialmente copiado, facilitar a cópia através da partilha de ficheiros, ou utilizar material alheio sem referir a sua fonte.

Em caso de deteção de algum tipo de fraude, os trabalhos em questão não serão avaliados, sendo enviados à Comissão Pedagógica ou ao Conselho Pedagógico, consoante a gravidade da situação, que decidirão a sanção a aplicar aos alunos envolvidos. Serão utilizadas as ferramentas *Moss* e *SafeAssign* para deteção automática de cópias. Recorda-se ainda que o Anexo I do Código de Conduta Académica, publicado a 25 de janeiro de 2016 em Diário da República, 2ª Série, nº 16, indica no seu ponto 2 que quando um trabalho ou outro elemento de avaliação apresentar um nível de coincidência elevado com outros trabalhos (percentagem de coincidência com outras fontes reportada no relatório que o referido software produz), cabe ao docente da UC, orientador ou a qualquer elemento do júri, após a análise qualitativa desse relatório, e em caso de se confirmar a suspeita de plágio, desencadear o respetivo procedimento disciplinar, de acordo com o Regulamento Disciplinar de Discentes do ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, aprovado pela deliberação nº 2246/2010, de 6 de dezembro.

O ponto 2.1 desse mesmo anexo indica ainda que no âmbito do Regulamento Disciplinar de Discentes do ISCTE-IUL, são definidas as sanções disciplinares aplicáveis e os seus efeitos, podendo estas variar entre a advertência e a interdição da frequência de atividades escolares no ISCTE-IUL até cinco anos.

Parte II – Processos e Sinais

Data de entrega: 25 de abril de 2021

Nesta parte do trabalho, os ficheiros a utilizar (os nomes devem ser exatamente estes, usando só minúsculas) são:

- "**pedidovacina.txt**": Ficheiro de texto com os dados do cidadão a vacinar, com todos os valores numa única linha separados por dois pontos (":"), na forma:

  "num_utente:nome:idade:localidade:nºtelemóvel:estado_vacinacao:PID_cidadao"

- "**servidor.pid**": Ficheiro de texto com o PID do servidor de enfermeiros. O ficheiro deve conter apenas o PID, e.g., "1233445";
- "**enfermeiros.dat**": Ficheiro binário com a informação sobre os enfermeiros fornecido pelo sistema (copiar para a vossa diretoria a partir da diretoria existente no servidor Tigre **/home/so/trabalho-2020-2021/parte-2/enfermeiros.dat**). **Os alunos deverão assumir que este ficheiro pode vir a ter outros conteúdos ou outro tamanho.** A estrutura do ficheiro é **Enfermeiro**.

As estruturas de dados necessárias para elaborar os módulos desta parte são **Cidadao**, **Enfermeiro** e **Vaga**:

```
typedef struct {
    int num_utente;
    char nome[100];
    int idade;
    char localidade[100];
    char nr_telemovel[10];
    int estado_vacinacao;
    int PID_cidadao;
} Cidadao;
```

(ficheiros disponibilizados aos alunos no Tigre acima)

`cidadao.c`: Módulo processo Cidadão

`servidor.c`: Módulo processo Servidor

`common.h`: Definições comuns a Cidadão e Servidor

`utils.h`: Macros utilitárias

`enfermeiros.dat`: Ficheiro de elementos do tipo **Enfermeiro** (dados em baixo).

```
typedef struct {
    int ced_profissional;
    char nome [100];
    char CS_enfermeiro[100];
    int num_vac_dadas;
    int disponibilidade;
} Enfermeiro;
```

```
typedef struct {
    int index_enfermeiro;
    Cidadao cidadao;
    int PID_filho;
} Vaga;
```

(em formato legível)

enfermeiros.dat

12345	Ana Correia	CSLisboa	0	1
98765	Joao Vieira	CSPorto	0	1
54321	Joana Pereira	CSSantarem	0	1
65432	Jorge Vaz	CSSetubal	0	1
76543	Diana Almeida	CSLeiria	0	1
87654	Diogo Cruz	CSBraga	0	1
32198	Bernardo Pato	CSBraganca	0	1
21654	Maria Mendes	CSBeja	0	1
88888	Alice Silva	CSEvora	0	1
96966	Gustavo Carvalho	CSFaro	0	1

Os alunos deverão, em vez de printf, utilizar sempre as macros "sucesso" e "erro" (definidas em utils.h; a sintaxe destas macros é igual à do printf) para escrever TODAS as mensagens, respetivamente, de sucesso e erro resultantes dos vários passos da aplicação.

cidadao.c

O módulo **Cidadão** simula, na prática, a chegada do cidadão ao centro de saúde da sua localidade para iniciar o processo de vacinação, seguindo as regras do plano de Vacinação. Todos os passos deverão mostrar as mensagens de sucesso ou erro indicadas, usando as macros acima mencionadas.

Assim, definem-se as seguintes tarefas a desenvolver:

C1) Pede ao Cidadão (utilizador) os seus dados para que seja feita a admissão, nomeadamente o número de utente, nome, idade, localidade e nº telemóvel, **obrigatoriamente nessa ordem**. O estado da vacinação começa sempre com valor 0;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C1) Dados Cidadão: <num_utente>; <nome>; <idade>; <localidade>; <nºtelemóvel>; 0
```

C2) Cria um elemento do tipo **Cidadao** com as informações sobre o cidadão, preenchendo o campo <PID_cidadao> com o PID deste **processo Cidadão**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C2) PID Cidadão: <PID Cidadão>
```

C3) Verifica se o ficheiro de texto **pedidovacina.txt** já existe. Caso o ficheiro **pedidovacina.txt** já exista, isso significa que um outro cidadão já iniciou a submissão do processo de vacinação. Nesse caso, mostra uma mensagem de erro no ecrã, e termina o **processo Cidadão**, ou mensagem de sucesso;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: C3) Não é possível iniciar o processo de vacinação neste momento
@@Success@@: C3) Ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA pode ser criado
```

C4) Não existindo o ficheiro **pedidovacina.txt**, então cria esse ficheiro onde regista as informações desse elemento **Cidadao** no ficheiro **pedidovacina.txt**, com a forma:

"num_utente:nome:idade:localidade:nºtelemóvel:estado_vacinacao:PID_cidadao"

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: C4) Não é possível criar o ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA
@@Success@@: C4) Ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA criado e preenchido
```

C5) Arma e trata o sinal **SIGINT** (só pode acontecer depois do passo **C4**) para que, no caso de o utilizador interromper o **processo Cidadão** com o atalho <CTRL+C>, escreve no ecrã a mensagem "O cidadão cancelou a vacinação, o pedido nº <PID_cidadao> foi cancelado", apaga o ficheiro **pedidovacina.txt** e termina o **processo Cidadão**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C5) O cidadão cancelou a vacinação, o pedido nº <PID> foi cancelado
```

C6) Lê o PID do **processo Servidor** do ficheiro **servidor.pid** (se o mesmo existir) e envia um sinal **SIGUSR1** ao **processo Servidor** para que este lhe indique se pode ou não ser vacinado;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: C6) Não existe ficheiro FILE_PID_SERVIDOR!
@@Success@@: C6) Sinal enviado ao Servidor: <PID Servidor>
```

C7) Arma e trata o sinal **SIGUSR1**, para o caso do **processo Servidor** indicar que existe enfermeiro disponível e, portanto, a vacina vai ser administrada. Se receber esse sinal, escreve no ecrã a mensagem "Vacinação do cidadão com o pedido nº <PID_cidadao> em curso.", e apaga o ficheiro **pedidovacina.txt**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C7) Vacinação do cidadão com o pedido nº <PID Cidadão> em curso
```

C8) Arma e trata o sinal **SIGUSR2**, para o caso do **processo Servidor** indicar que a vacinação terminou. Se receber esse sinal, escreve no ecrã a mensagem "Vacinação do cidadão com o pedido nº <PID_cidadao> concluída.", e termina o **processo Cidadão**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C8) Vacinação do cidadão com o pedido nº <PID Cidadão> concluída
```

C9) Arma e trata o sinal **SIGTERM**, para a eventualidade de receber a indicação do **processo Servidor** de que não é possível realizar a vacinação. Se receber esse sinal, escreve no ecrã a mensagem "Não é possível vacinar o cidadão no pedido nº <PID_cidadao>". Apaga o ficheiro **pedidovacina.txt** e termina o **processo Cidadão**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: C9) Não é possível vacinar o cidadão no pedido nº <PID Cidadão>
```

C10) (Extra-points) No ponto **C3**, no caso do ficheiro **pedidovacina.txt** já existir, escreve a mensagem de erro indicada, mas em vez do **processo Cidadão** terminar, arma o sinal **SIGALRM**, e espera 5 segundos em pausa, após o que volta a tentar novamente, e assim sucessivamente, até que o ficheiro **pedidovacina.txt** deixe de existir, altura em que prossegue para o passo **C4.**

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: C3) Não é possível iniciar o processo de vacinação neste momento
@@Success@@: C3) Ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA pode ser criado
```

servidor.c

O processo **Servidor** é responsável pela atribuição de um enfermeiro para administrar as vacinas aos cidadãos que chegam aos Centros de Saúde. Este módulo estará sempre ativo, à espera da chegada de cidadãos.

Para efeitos de segurança e evitar o contágio, apenas poderão ser dadas no máximo NUM_VAGAS (valor definido em **common.h**) vacinas em simultâneo. Este módulo mantém uma lista com NUM_VAGAS **vagas**:

```
Vaga vagas[NUM_VAGAS];
```

O processo **Servidor** é responsável pelas seguintes tarefas:

S1) Regista (se conseguir) o PID do seu **processo Servidor** no ficheiro **servidor.pid**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: S1) Não consegui registar o servidor!
@@Success@@: S1) Escrevi no ficheiro FILE_PID_SERVIDOR o PID: <PID Servidor>
```

S2) Define uma estrutura de dados dinâmica em memória, **enfermeiros** com o tamanho certo para comportar toda a lista de enfermeiros, sendo preenchida com os dados do ficheiro **enfermeiros.dat**. Este ficheiro poderá ter outro tamanho e conteúdos diferentes do fornecido;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Error@@: S2) Não consegui ler o ficheiro FILE_ENFERMEIROS!
@@Success@@: S2) Ficheiro FILE_ENFERMEIROS tem <size> bytes, ou seja, <nº enfermeiros> enfermeiros
```

S3) Inicia a lista de vagas com o campo-chave **index_enfermeiro** com o valor "**-1**". Isto equivale a "limpar" a lista;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: S3) Iniciei a lista de <Nº Vagas> vagas
```

S4) Arma e trata o sinal **SIGUSR1** para que sejam tratados os cidadãos que chegam aos Centros de Saúde;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: S4) Servidor espera pedidos
```

S5) Fica à espera de receber pedidos de vacinação (**SIGUSR1**). Quando receber este sinal:

S5.1) Lê a informação do cidadão no ficheiro **pedidovacina.txt** e verifica qual o Centro de Saúde desse cidadão, escrevendo no ecrã a mensagem "Chegou o cidadão com o pedido nº <PID_cidadao>, com nº utente <num_utente>, para ser vacinado no Centro de Saúde <CSlocalidade>". Não faz parte do âmbito a validação dos dados do ficheiro, está na forma:

"num_utente:nome:idade:localidade:nºtelemóvel:estado_vacinacao:PID_cidadao"

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores respetivos)**:**

```
@@Error@@: S5.1) Não foi possível abrir o ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA
@@Error@@: S5.1) Não foi possível ler o ficheiro FILE_PEDIDO_VACINA
@@Success@@: S5.1) Dados Cidadão: <num_utente>; <nome>; <idade>; <localidade>; <nºtelemóvel>; 0
```

S5.2) Verifica na estrutura **enfermeiros** se o enfermeiro correspondente ao Centro de Saúde do cidadão está disponível (campo **disponibilidade** com o valor **1**):

S5.2.1) Se o enfermeiro **não estiver disponível**, dá uma mensagem de erro, e envia um sinal **SIGTERM** ao processo **PID_cidadao** que informa o cidadão que o processo de vacinação não é possível de momento, e **retorna ao ponto S5** à espera de novos pedidos;

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos)**:**

```
@@Error@@: S5.2.1) Enfermeiro <Index Enfermeiro> indisponível para o pedido <PID Cidadão> para o Centro de Saúde <CS_enfermeiro>
@@Success@@: S5.2.1) Enfermeiro <Index Enfermeiro> disponível para o pedido <PID Cidadão>
```

S5.2.2) Se o enfermeiro do CS **estiver disponível**, valida se há vagas na lista de Vagas para vacinação neste momento. Se **não houver vaga**, dá uma mensagem de erro, e envia um sinal **SIGTERM** ao processo **PID_cidadao** que informa o cidadão que o processo de vacinação não é possível de momento, e **retorna ao ponto S5** à espera de novos pedidos.

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos)**:**

```
@@Error@@: S5.2.2) Não há vaga para vacinação para o pedido <PID Cidadão>
@@Success@@: S5.2.2) Há vaga para vacinação para o pedido <PID Cidadão>
```

S5.3) Se o enfermeiro **estiver disponível** e **houver "vaga"**, preenche a entrada na lista **vagas** com o índice correspondente da lista de enfermeiros, a informação submetida do **Cidadao**, e altera a **disponibilidade** desse enfermeiro na lista de enfermeiros para ***0* (indisponível)**;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores respetivos)**:**

```
@@Success@@: S5.3) Vaga nº <Nº Vaga> preenchida para o pedido <PID Cidadão>
```

S5.4) Em seguida, o processo **Servidor** cria um processo **Servidor-Filho** (fork) que será responsável pela vacinação daquele cidadão;

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores respetivos):

`@@Error@@: S5.4) Não foi possível criar o servidor dedicado`

`@@Success@@: S5.4) Servidor dedicado <PID Filho> criado para o pedido <PID Cidadão>`

S5.5) Após a criação do processo **Servidor-Filho**, o processo **Servidor-Pai**:

S5.5.1) Atualiza a entrada na lista de Vagas preenchida anteriormente com o **Cidadao** para incluir também a informação do PID desse processo **Servidor-Filho**;

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.1) Servidor dedicado <PID Filho> na vaga <Nº Vaga>`

S5.5.2) O processo **Servidor-Pai** NÃO deverá ficar à espera que o processo da vacinação (processo **Servidor-Filho**) termine, e deve **retornar ao ponto S5** à espera de novos pedidos. Deve sim armar o sinal **SIGCHLD** para "acordar" quando o processo **Servidor-Filho** terminar;

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.2) Servidor aguarda fim do servidor dedicado <PID Filho>`

S5.5.3) Quando, finalmente, o processo **Servidor-Filho** terminar, o processo **Servidor-Pai** será notificado, e nessa altura:

S5.5.3.1) Deve "limpar" a entrada correspondente da tabela de vagas;

Outputs esperados (itens entre <> substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.3.1) Vaga <Nº Vaga> que era do servidor dedicado <PID Filho> libertada`

S5.5.3.2) Atualiza o perfil do enfermeiro que deu a vacina como disponível (**disponibilidade** = **1**);

Outputs esperados (itens entre <> substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.3.2) Enfermeiro <Index Enfermeiro> atualizado para disponível`

S5.5.3.3) Incrementa o nº de vacinas dadas por esse enfermeiro (**num_vac_dadas**);

Outputs esperados (itens entre <> substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.3.3) Enfermeiro <Index Enfermeiro> atualizado para <nº Vacinas> vacinas dadas`

S5.5.3.4) Atualiza o ficheiro **enfermeiros.dat**, apenas com a informação <u>desse</u> enfermeiro (e só desse) – ou seja, atualiza no ficheiro **enfermeiros.dat** o nº de vacinas dadas pelo enfermeiro;

Outputs esperados (itens entre <> substituídos pelos valores respetivos):

`@@Success@@: S5.5.3.4) Ficheiro FILE_ENFERMEIROS <Index Enfermeiro> atualizado para <nº Vacinas> vacinas dadas`

S5.5.3.5) Volta ao que estava a fazer antes do processo **Servidor-Filho** terminar.

Outputs esperados (itens entre <> substituídos pelos valores respetivos):

```
@@Success@@: S5.5.3.5) Retorna
```

S5.6) Por outro lado, após a criação do processo **Servidor-Filho**, o processo **Servidor-Filho**:

S5.6.1) Arma o sinal **SIGTERM** que poderá ser enviado pelo **processo Servidor-Pai** em caso de terminação do mesmo. Se receber este sinal, deverá mostrar uma mensagem informativa, envia um sinal **SIGTERM** ao processo **PID_cidadao** que informa o cidadão que o processo de vacinação não é possível de momento, e termina o processo **Servidor-Filho**;

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

```
@@Success@@: S5.6.1) SIGTERM recebido, servidor dedicado termina Cidadão
```

S5.6.2) Envia um sinal do tipo **SIGUSR1** ao processo **PID_cidadao**, informando o cidadão de que a sua vacinação começou;

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

```
@@Success@@: S5.6.2) Servidor dedicado inicia consulta de vacinação
```

S5.6.3) Espera **TEMPO_CONSULTA** segundos (valor definido no ficheiro **common.h**) correspondente à duração da vacinação, e escreve no ecrã "Vacinação terminada para o cidadão com o pedido nº <**PID_cidadao**>";

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

```
@@Success@@: S5.6.3) Vacinação terminada para o cidadão com o pedido nº <PID Cidadão>
```

S5.6.4) No final do processo de vacinação, envia um sinal do tipo **SIGUSR2** ao processo **PID_cidadao** e termina o processo **Servidor-Filho**.

Outputs esperados (os itens entre <> são substituídos pelos valores respetivos):

```
@@Success@@: S5.6.4) Servidor dedicado termina consulta de vacinação
```

S6) O processo **Servidor** deve armar e tratar o sinal **SIGINT**, para que possa ser encerrado pelo utilizador com o atalho <CTRL+C>. Quando isso acontecer, deverá enviar um sinal **SIGTERM** a todos os processos **Servidor-Filho** existentes para os terminar, remove o ficheiro **servidor.pid** e termina o processo **Servidor**. Mesmo que esse atalho <CTRL+C> aconteça durante uma ou mais consultas, mais nenhuma vacinação ocorre.

Outputs esperados (os itens entre <> deverão ser substituídos pelos valores correspondentes):

```
@@Success@@: S6) Servidor terminado
```

Boa sorte!!!