deti universidade de aveiro
departamento de electrónica, telecomunicações e informática

Taxas de Leitura/Escrita de Processos em Bash

Trabalho realizado por:

André Almeida Oliveira, nº107637

Duarte Carvalho da Cruz, nº 107359

Sistemas Operativos

Prof. José Nuno Panelas Nunes Lau

Ano Letivo 2022/2023

ÍNDICE

\

INTRODUÇÃO

Como objetivo deste projeto, tivemos de desenvolver um script em bash, denominado “rwstat.sh”, com o intuito de apresentar informações tabeladas dos processos ativos no nosso computador.

Após a execução deste script, como referido acima, serão apresentadas algumas estatísticas, tais como, o número de bytes lidos/escritos e a respetiva taxa de leitura/escrita, apresentada em bytes por segundo, assim como o respetivo nome do processo, o nome do utilizador que tem os processos ativos e a data de início dos mesmos.

Na execução deste script, é necessária a introdução, como argumento final, de um número de segundos usado no cálculo das estatísticas referidas anteriormente.

Para além disto, é permitida a visualização da tabela de diferentes maneiras. Por defeito, a tabela está ordenada por ordem inversa da taxa de leitura dos processos, mas podemos recorrer à ordenação por quantidade de bytes escritos (com argumento -w). Também é possível a visualização inversa das ordens anteriores (com argumento -r).

Acrescentando, também deverá ser possível o filtro de processos num intervalo de tempo específico (com parâmetros inicial_Date “-s” e final_Date “-e”), de processos por utilizador (com parâmetro -u) e de processos com ID’s dentro de uma determinada gama (com parâmetros min_pids “-m” e Max_pids “-M”).

Ao longo do restante relatório, explicaremos melhor os métodos usados para a concretização do esperado script.

METODOLOGIA

De agora em diante, iremos explicar os métodos utilizados para a elaboração deste script, bem como a resolução de erros que surgiram na elaboração do trabalho.

O trabalho foi dividido em 3 partes: a primeira focou-se na declaração das variáveis a serem utilizadas e na validação de argumentos/parâmetros escritos no terminal por parte do utilizador, a segunda focou-se na pesquisa e ordenação dos dados dos processos pretendidos e a terceira focou-se na apresentação desses dados numa tabela formatada e tratamento de erros e exceções.

PRIMEIRA PARTE

1)ARGUMENTOS DE ENTRADA

Efetuando a execução do script, podemos inserir diferentes parâmetros de entrada que por um lado permitem ordenar a tabela de diferentes maneiras, assim como filtrar os processos através das opções enumeradas na introdução.

Deste modo, criámos uma função (inputs()) onde usámos um ciclo *while* (*while getops* -> método para processar os parâmetros colocados pelo utilizador no terminal). Os parâmetros de entrada aceites são os que estão contidos nas aspas, mas os que são sucedidos por dois pontos (:) significam que necessitam de ser seguidos por um argumento. A variável *opt* representa a opção que está a ser analisada pelo getops.

Foram criadas duas funções auxiliares (numInt() e validarNumProcessos()), uma verifica se o número introduzido é inteiro positivo se assim houver necessidade e a outra valida o número de processos pretendidos.

```
inputs(){
    while getopts ":s:e:c:u:p:m:M:wr" opt; do
```

Fig. 1 | ciclo while para processamento dos parâmetros colocados pelo utilizador

```
numInt(){
    if [[ "$sT" =~ ^[0-9]+$ && $sT != 0 ]]; then
        return 0
    else
        return 1
    fi
}
```

Fig.2 | Função auxiliar numInt()

```
validarNumProcessos(){
    if [[ $numero_processos -gt ${#processID[@]} ]]; then
        echo "ERRO: Número de processos pedidos superior ao número de processos existentes"
        exit 1
    elif [[ "$numero_processos" == "null" ]]; then
        numero_processos=${#processID[@]}
    fi
}
```

Fig. 3 | Função auxiliar validarNumProcessos()

- -s (data inicial dos processos) -> guardamos o argumento deste na variável date e caso se verifique que é válido, a data é guardada em inicial_Date;
- -e (data final dos processos) -> guardamos o argumento deste na variável date e caso se verifique que é válido, a data é guardada em final_Date;
- -c (nome do processo) -> guardamos o argumento deste na variável comm;
- -u (nome do utilizador) -> guardamos o argumento deste na variável user;
- -p (número de processos a serem tabelados) -> guardamos o argumento deste na variável numero_processos, após verificar que é um valor válido;
- -m (gama mínima de PID's dos processos a serem tabelados) -> guardamos o argumento deste na variável min_pids, após verificar que é um valor válido;
- -M (gama máxima de PID's dos processos a serem tabelados) -> guardamos o argumento deste na variável Max_pids, após verificar que é um valor válido;
- -w (ordenação da tabela) -> parâmetro que não necessita de argumento, que promove a ordenação dos processos na tabela por ordem decrescente dos seus valores escritos de bytes;
- -r (ordenação da tabela) -> parâmetro que não necessita de argumento, tomando a variável reverse o valor "1", que promove a ordenação inversa dos processos na tabela consoante a opção de ordenação escolhida anteriormente.

Introduziu-se o comando *"shift $((OPTIND - 1))",* pois queremos excluir os parâmetros que já goram processados pelo *getopts.*

2)INICIALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS

Primeiramente, também foram inicializadas variáveis caso certos parâmetros de entrada não fossem selecionados.

```
declare -a processID            # declaração de arrays
declare -a infoProcess
declare -a allRchar
declare -a allWchar

declare sT=${@: -1}             #segundos selecionados para leitura dos processos
declare numero_processos="null" #variável de armazenamento do número de processos a dar print
declare comm=".*"               #por default, se não forem colocados argumentos, serão analisados todos os processos
declare user="*"                #por default, se não forem colocados argumentos, serão analisados todos os processos de todos os utilizadores
declare min_pids="null"         #gama mínima de PIDS se o utilizador pretender
declare Max_pids="null"         #gama máxima de PIDS se o utilizador pretender
declare reverse=0               #variável de ativação da ordenação reversa
declare inicial_Date=0
declare final_Date=$(date +"%s")
declare sort_type=6             #sem nehuma indicação, a tabela será ordenada inersamente à sua taxa de leitura
```

Fig. 4 | Variáveis pré-inicializadas

Por defeito, se não for atribuído o parâmetro -c, a variável *comm* terá o valor ".*" que permitirá tabelar todos os processos com os mais variados nomes. Da mesma forma, se o parâmetro -u não for atribuído, a variável *user* terá o valor "*" permitindo tabelar os processos ativos de todos os utilizadores.

Existem outras variáveis que também têm um valor já predefinido, como *min_pids* e *Max_pids* com valor "*null*" caso não seja pretendido um intervalo de PID's, inicial_Date com valor "0", pois pretende-se os dados dos processos desde sempre e *final_Date* com o valor da data do momento, pois apenas é possível processos até ao momento de execução do script.

Por último, a variável *numero_processos*, é inicializada com o valor "null", mas é atualizada após a busca dos processos pretendidos.

SEGUNDA PARTE

1)CD /PROC

Para a busca e cálculo das estatísticas a serem tabeladas, teremos de aceder ao diretório ***proc*** do Linux, onde se encontram inúmeros ficheiros relativos ao funcionamento do sistema.

2)LISTAS PARA ARMAZENAMENTO DE DADOS

Para armazenar os diferentes tipos de dados, foram declaradas quatro listas no início do script, sendo estas "*processID*", "*infoProcess*", "*allRchar*" e "*allWchar*", e, respetivamente, servem para guardar os números identificadores dos processos (PID), guardar todos os dados dos processos considerados válidos, guardar o número de carateres lidos da memória pelos diferentes processos antes do comando *sleep* e guardar o número de carateres escritos no disco pelos diferentes processos antes do comando *sleep*.

3)PROCESSOS VÁLIDOS

Nesta etapa, recorremos a um *for loop*, que irá percorrer todos os ficheiros em **/proc** e operar apenas sobre os diretórios que sejam números (representam os identificadores de processos).

Fig.5 | for loop de validação e filtragem de processos

Passemos agora para o corpo deste for loop:

1. O primeiro *if* irá verificar se os ficheiros *status*, *io* e *comm* do processo, que o *for loop* está a iterar, existem;
2. Se verificar a condição anterior, o seguinte *if* irá verificar se temos permissões de leitura dos mesmos;
3. Após a verificação destes, o seguinte *if* irá verificar se as informações *rchar* e *wchar* estão presentes no ficheiro *io;*
4. Caso as condições anteriores se verifiquem irão ocorrer as seguintes situações:
    - A variável *pComm* irá tomar o nome do processo presente no ficheiro *comm*;
    - A variável *pUser* irá tomar o utilizador a que o processo está ativo;
    - A variável *startDate* irá tomar a data em que o processo foi iniciado;
    - A variável *data_seg* irá tomar o valor da *startDate*, mas transformada em segundos apenas;
5. Após todo este processo, existem vários *if's* com o intuito de filtrar os processos a guardar, de acordo com os parâmetros passados no terminal por parte do utilizador caso o tenha feito (explicado anteriormente);
6. Por fim, apresenta-se outro *if*, para assegurar que não passam processos repetidos.

Por consequência disto, o passo seguinte é invocar a função validarNumProcessos(), que verificará se o utilizador pede mais processos (parâmetro -p) do que os que foram armazenadas através do ciclo já detalhado. Caso o utilizador não tenha atribuído o parâmetro -p, a variável *numero_processos* tomará o valor de processos captados.

4)Procura e armazenamento das informações de cada processo

4.1)rchars e wchars iniciais

Num ciclo for, iremos guardar os valores de *rchar* e *wchar*, respetivamente nas variáveis *rvalue* e *wvalue* de cada processo já captado (*array processID*). As variáveis *rchar* e *wchar* vão armazenar unicamente os carateres numéricos. De seguida, *rchar* e *wchar* serão armazenados, respetivamente, em *allRchar* e *allWchar*.

A etapa seguinte é executar o comando *sleep* com a variável *sT* que para o processo pela quantidade de segundos introduzidos (último argumento passado no terminal

4.2) rchars e wchars finais

Após o comando *sleep* terminar, voltaremos a um *for loop*. Dentro deste, iremos buscar os mais recentes valores de *rchar* e *wchar* que serão guardados nas variáveis *rvalue2* e *wvalue2*, respetivamente. Também colocaremos os valores de *rchar* e *wchar* lidos anteriormente nas variáveis *rvalue* e *wvalue*.

4.3)Cálculo e armazenamento das informações

Para calcular a taxa de leitura/escrita subtrairemos *rchar2*/*wchar2* mais recente pelo *rchar*/*wchar* mais antigo, dividindo-se o resultado pelo valor de *sT* usando uma calculadora precisa (*bc*).

O próximo passo, consiste em guardar o nome do processo (*comm*), substituindo todos os espaços em branco por um sublinhado, a data (*date*) do processo e, por último, o utilizador (*user*) do processo.

Após termos todas as informações pretendidas guardadas em variáveis, iremos adicioná-las ao *array* "*infoProcess*".

Concluindo, em cada iteração do *for loop* iremos recolher os dados de cada processo válido adicionando-os ao *array* "*infoProcess*".

```
index=0
for PID in ${processID[@]}; do
    rchar=${allRchar[$index]}
    wchar=${allWchar[$index]}

    ((index++))

    rvalue=$(cat $PID/io | grep 'rchar')
    wvalue=$(cat $PID/io | grep 'wchar')
    rchar2=${rvalue//[!0-9]/}
    wchar2=${wvalue//[!0-9]/}

    dif=$(($rchar2-$rchar))
    rater=$( echo "scale=2; $dif/$sT"| bc -l)
    rater=${rater/#./0.}

    sub=$(($wchar2-$wchar))
    ratew=$( echo "scale=2; $sub/$sT"| bc -l)
    ratew=${ratew/#./0.}

    comm=$(cat $PID/comm | tr " " "_" )

    LANG=en_us_8859_1
    startDate=$(ps -o lstart= -p $PID)
    date=$(date +"%b %d %H:%M" -d "$startDate")

    user=$(ps -o user= -p $PID)

    infoProcess+=($comm $user $PID $dif $sub $rater $ratew $date)
done
```

Fig. 6 | Cálculo e armazenamento de informações

```
index=0
for PID in ${processID[@]}; do
    rvalue=$(cat $PID/io | grep 'rchar')
    wvalue=$(cat $PID/io | grep 'wchar')
    rchar=${rvalue//[!0-9]/}
    wchar=${wvalue//[!0-9]/}

    allRchar[$index]=$rchar
    allWchar[$index]=$wchar

    ((index++))
done

sleep $sT
```

Fig. 7 | Valores de rchar e wchar antes de sleep

TERCEIRA PARTE

1)PRINT DA TABELA

Por fim, como já temos guardados todos os processos válidos com as respetivas informações, consoante os argumentos de entrada inseridos no terminal aquando da execução do script, podemos imprimir os mesmos.

Teremos diferentes maneiras de ordenar a tabela:

- Ordem inversa da taxa de leitura (por defeito)
- Ordem da taxa de leitura -> parâmetro -r
- Ordem decrescente de bytes escritos -> parâmetro -w
- Ordem crescente de bytes escritos -> parâmetros -w e -r

Cada um destes processos segue um comando "*head -n ${numero_processos}*" que apresenta um número limitado de processos caso o utilizador tenha usado o parâmetro -p.

```
print(){
    if [[ $numero_processos != 0 ]]; then
        printf "%-30s %-20s %15s %15s %15s %15s %15s %17s\n" "COMM" "USER" "PID" "READB" "WRITEB" "RATER" "RATEW" "DATE"
        if [[ $reverse -eq 0 ]]; then           #método para ordenação da tabela, com ou sem inversão
            case $sort_type in
                5) printInfo $min_pids $Max_pids | sort -k5rn | head -n $numero_processos;;
                6) printInfo $min_pids $Max_pids | sort -k6rn | head -n $numero_processos;;
            esac
        else
            case $sort_type in
                5) printInfo $min_pids $Max_pids | sort -k5n | head -n $numero_processos;;
                6) printInfo $min_pids $Max_pids | sort -k6n | head -n $numero_processos;;
            esac
        fi
    else
        echo "AVISO: Processos não encontrados"        #Aviso caso não haja PID's para imprimir
        exit 1
    fi
}
```

Fig. 8 | Função print() com os métodos de sort

A função *printInfo()* utlizada na função *print()* principal, destina-se, apenas, a formatar todos os dados de todos os processos que vão ser tabelados, tendo estes já sido filtrados antes de acordo com os parâmetros introduzidos.

```
printInfo(){
    printf "%-30s %-20s %15s %15s %15s %15s %15s %8s %-1s %-1s\n" ${infoProcess[@]}
}
```

Fig. 9 | Função printInfo() que complementa a função print()

2)ERROS E EXCEÇÕES

A última etapa no desenvolvimento do script foi o tratamento de erros/exceções que poderiam ocorrer aquando da execução do mesmo.

Alguns destes erros/exceções são:

- Comandos diferentes dos disponíveis;
- Inserir datas de início e fim válidas;
- Data de início inferior à data final;
- Valor mínimo de número de PID's inferior ao valor máximo;
- Alguns números necessitarem de ser inteiros positivos;

Para cada erro/exceção que venha a ocorrer, aparecerá uma mensagem de erro com a respetiva explicação e sairá do programa.

Termina assim o desenvolvimento do script que nos foi proposto.

VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO

Realizámos alguns testes de código para verificar a existência de possíveis falhas. Os resultados foram os seguintes:

ERROS E AVISOS

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh
ERRO: SleepTime não é um número inteiro positivo ou não existe
```

Fig. 1| Erro por não conter o argumento obrigatório (segundos)

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -r -c "d.*"
ERRO: SleepTime não é um número inteiro positivo ou não existe
```

Fig. 2 | Erro por não ter sleep time, mas com mais parâmetros inseridos

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -s "Nov 18 20:00" -e "Nov 17 19:00" 10
ERRO: A data final é menor que a data inicial
```

Fig. 3 | Erro pela data final ser menor que a data inicial

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -p -1 10
ERRO: Número de processos inválido
```

Fig. 4 | Erro por número de processos não ser válido

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -s "data" 10
ERRO: Data de início inválida
```

Fig. 5 | Erro de data introduzida inválida

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -2
ERRO: Opção inválida
```

Fig. 6 | Erro por opção introduzida inválida

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh .10
ERRO: SleepTime não é um número inteiro positivo ou não existe
```

Fig. 7 | Erro por número de segundos introduzidos inválido

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh 0
ERRO: SleepTime não é um número inteiro positivo ou não existe
```

Fig. 8 | Erro por número de segundos introduzidos inválido

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -p 0 10
A analisar processos...

AVISO: Processos não encontrados
```

Fig. 9 | Aviso de processos não encontrados, pois foram pedidos 0 processos

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -u user 10
A analisar processos...

AVISO: Processos não encontrados
```

Fig. 10 | Aviso de processos não encontrados, pois não existe o usuário "user"

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -m 2000 -M 1500 10
ERRO: Número máximo da gama de pids deve ser maior que a gama de pids mínima
```

Fig. 11 | Erro pela margem superior da gama de PID's ser menor que a margem inferior

TABELAS DE PROCESSOS

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh 10
A analisar processos...

COMM                 USER                  PID        READB       WRITEB        RATER        RATEW             DATE
mintreport-tray      andre                2282       246284            0     24628.40            0     Nov 25 00:32
code                 andre               30186         9417           93       941.70         9.30     Nov 25 00:44
cinnamon             andre                1676          768         7896        76.80       789.60     Nov 25 00:31
plank                andre                1984          272          400        27.20        40.00     Nov 25 00:31
caribou              andre                1963          200          712        20.00        71.20     Nov 25 00:31
code                 andre               30016          163          459        16.30        45.90     Nov 25 00:44
code                 andre               88093          102          102        10.20        10.20     Nov 25 01:15
WhatsApp             andre               60064           85            2         8.50         0.20     Nov 25 01:02
gvfsd                andre                1313           64           96         6.40         9.60     Nov 25 00:31
code                 andre               88170           39           39         3.90         3.90     Nov 25 01:15
code                 andre               30156           24           24         2.40         2.40     Nov 25 00:44
WhatsApp             andre               60101            7            7         0.70         0.70     Nov 25 01:02
chrome               andre                2343            5            0         0.50            0     Nov 25 00:32
code                 andre               30056            5            0         0.50            0     Nov 25 00:44
chrome               andre                2295            1          209         0.10        20.90     Nov 25 00:32
WhatsApp             andre               60067            0            0            0            0     Nov 25 01:02
WhatsApp             andre               70368            0            0            0            0     Nov 25 01:04
agent                andre                1958            0            0            0            0     Nov 25 00:31
applet.py            andre                2242            0            0            0            0     Nov 25 00:31
at-spi-bus-laun      andre                1387            0            0            0            0     Nov 25 00:31
at-spi2-registr      andre                1399            0            0            0            0     Nov 25 00:31
bamfdaemon           andre                2029            0            0            0            0     Nov 25 00:31
bash                 andre               88259            0            0            0            0     Nov 25 01:15
bash                 andre               88957            0            0            0            0     Nov 25 01:23
blueman-applet       andre                1965            0            0            0            0     Nov 25 00:31
blueman-tray         andre                2054            0            0            0            0     Nov 25 00:31
cat                  andre                2300            0            0            0            0     Nov 25 00:32
cat                  andre                2301            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2311            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2312            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2316            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2345            0       617088            0     61708.80     Nov 25 00:32
chrome               andre                2356            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2471            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2482            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2502            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2517            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2532            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2536            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome               andre                2617            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre                2303            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre                2305            0            0            0            0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               30037            0            0            0            0     Nov 25 00:44
cinnamon-killer      andre                1973            0            0            0            0     Nov 25 00:31
cinnamon-launch      andre                1644            0            0            0            0     Nov 25 00:31
cinnamon-sessio      andre                1211            0            0            0            0     Nov 25 00:31
code                 andre               30020            0            0            0            0     Nov 25 00:44
code                 andre               30021            0            0            0            0     Nov 25 00:44
code                 andre               30023            0            0            0            0     Nov 25 00:44
code                 andre               30073            0            0            0            0     Nov 25 00:44
code                 andre               88182            0            0            0            0     Nov 25 01:15
code                 andre               88238            0            0            0            0     Nov 25 01:15
csd-a11y-settin      andre                1457            0            0            0            0     Nov 25 00:31
csd-automount        andre                1463            0            0            0            0     Nov 25 00:31
```

Fig. 12 |Todos os processos captados com sleep time 10 (não foi possível tirar print a todos, pois não cabe)

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -m 1500 -M 2000 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW             DATE
cinnamon             andre               1676            448            5984          44.80         598.40     Nov 25 00:31
plank                andre               1984            256             392          25.60          39.20     Nov 25 00:31
caribou              andre               1963            176             616          17.60          61.60     Nov 25 00:31
agent                andre               1958              0               0              0              0     Nov 25 00:31
blueman-applet       andre               1965              0               0              0              0     Nov 25 00:31
cinnamon-killer      andre               1973              0               0              0              0     Nov 25 00:31
cinnamon-launch      andre               1644              0               0              0              0     Nov 25 00:31
csd-printer          andre               1639              0               0              0              0     Nov 25 00:31
dconf-service        andre               1554              0               0              0              0     Nov 25 00:31
evolution-alarm      andre               1971              0               0              0              0     Nov 25 00:31
goa-daemon           andre               1613              0               0              0              0     Nov 25 00:31
goa-identity-se      andre               1634              0               0              0              0     Nov 25 00:31
gvfs-afc-volume      andre               1659              0               0              0              0     Nov 25 00:31
gvfs-goa-volume      andre               1607              0               0              0              0     Nov 25 00:31
gvfs-gphoto2-vo      andre               1668              0               0              0              0     Nov 25 00:31
gvfs-mtp-volume      andre               1652              0               0              0              0     Nov 25 00:31
gvfs-udisks2-vo      andre               1599              0               0              0              0     Nov 25 00:31
ibus-engine-sim      andre               1534              0               0              0              0     Nov 25 00:31
nemo-desktop         andre               1966              0               0              0              0     Nov 25 00:31
nm-applet            andre               1970              0               0              0              0     Nov 25 00:31
polkit-gnome-au      andre               1967              0               0              0              0     Nov 25 00:31
pxgsettings          andre               1528              0               0              0              0     Nov 25 00:31
sh                   andre               1527              0               0              0              0     Nov 25 00:31
xapp-sn-watcher      andre               1921              0               0              0              0     Nov 25 00:31
```

Fig. 13 | Processos com PID's entre 1500 e 2000 e sleep time 10

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -c "chr.*" 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW             DATE
chrome               andre               2295              0             160              0          16.00     Nov 25 00:32
chrome               andre               2311              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2312              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2316              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2343              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2345              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2356              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2471              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2482              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2502              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2517              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2532              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2536              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2617              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2303              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2305              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre              30037              0               0              0              0     Nov 25 00:44
```

Fig. 14 | Processos em que os seus nomes contêm "chr" e sleep time 10

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -w -c "chr.*" 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW             DATE
chrome               andre               2316          57268          490094        5726.80       49009.40     Nov 25 00:32
chrome               andre               2345              3           91251           0.30        9125.10     Nov 25 00:32
chrome               andre               2295            400           21196          40.00        2119.60     Nov 25 00:32
chrome               andre               2343              8               3           0.80           0.30     Nov 25 00:32
chrome               andre               2356              1               1           0.10           0.10     Nov 25 00:32
chrome               andre               2311              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2312              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2471              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2482              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2502              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2517              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2532              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2536              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome               andre               2617              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2303              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2305              0               0              0              0     Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre              30037              0               0              0              0     Nov 25 00:44
```

Fig. 15 | Processos em que os seus nomes contêm "chr", estão ordenados por ordem decrescente dos bytes escritos e sleep time 10

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -w -r -c "chr.*" 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW               DATE
chrome               andre               2311              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2312              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2316              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2343              5               0           0.50              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2345              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2356              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2471              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2482              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2502              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2517              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2532              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2536              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome               andre               2617              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2303              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre               2305              0               0              0              0      Nov 25 00:32
chrome_crashpad      andre              30037              0               0              0              0      Nov 25 00:44
chrome               andre               2295              0             160              0          16.00      Nov 25 00:32
```

Fig. 16 | Processos em que os seus nomes contêm "chr", estão ordenados por ordem crescente dos bytes escritos e sleep time 10

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -w -r -c "chr.*" -p 1 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW               DATE
chrome               andre               2311              0               0              0              0      Nov 25 00:32
```

Fig. 17 | Um processo que o seu nome contém "chr", ordenado por ordem crescente dos bytes escritos e sleep time 10

```
andre@PC-Andre:~/Desktop/Projeto 1 SO$ ./rwstat.sh -s "Nov 25 01:00" -e "Nov 25 01:30" 10
A analisar processos...

COMM                 USER                 PID          READB          WRITEB          RATER          RATEW               DATE
gnome-terminal-      andre               88929            208            2632          20.80         263.20      Nov 25 01:23
WhatsApp             andre               60064             83               0           8.30              0      Nov 25 01:02
code                 andre               88093             52              26           5.20           2.60      Nov 25 01:15
WhatsApp             andre               60101              2               2           0.20           0.20      Nov 25 01:02
WhatsApp             andre               60067              0               0              0              0      Nov 25 01:02
WhatsApp             andre               70368              0               0              0              0      Nov 25 01:04
bash                 andre               88259              0               0              0              0      Nov 25 01:15
bash                 andre               88957              0               0              0              0      Nov 25 01:23
code                 andre               88170              0              26              0           2.60      Nov 25 01:15
code                 andre               88182              0               0              0              0      Nov 25 01:15
code                 andre               88238              0               0              0              0      Nov 25 01:15
rwstat.sh            andre               88987              0               0              0              0      Nov 25 01:24
sleep                andre               90804              0               0              0              0      Nov 25 01:24
```

Fig. 18| Processos com começo a 25 de Novembro às 01:00 e com fim a 25 e Novembro às 01:30 e sleep time 10

CONCLUSÃO

Concluindo, a resolução deste problema foi um sucesso, pois obtivemos os resultados expectáveis.

Algumas coisas foram mais fáceis do que outras, foi necessária muita pesquisa, mas no fim adquirimos vários conhecemos bastante importantes e estamos orgulhosos do resultado.