

Trabalho 3: Backlog e Processos Zumbis (MC833)

José Ribeiro Neto - RA 176665

1. Com o conhecimento adquirido em aula explique qual a relação entre backlog e número de conexões.

R: O argumento 'backlog' de um socket TCP define o tamanho máximo no qual a fila de requisições pendentes poderá ter. Caso uma nova requisição chegue quando a fila já estiver cheia, então o cliente realizando a requisição poderá receber um erro (ou seja, o servidor ignorou seu SYN). Este tamanho máximo consiste na soma dos tamanhos de duas filas: a fila de conexões incompletas e a fila de conexão completa. Isto é, a primeira relacionada com os SYN's que chegaram e estão esperando finalização do processo de three-way handshake; o segundo sendo a fila das requisições que já completaram o processo de three-way handshake.

2. Pesquise como está implementado o backlog de um socket TCP no kernel linux (para versão 2.2 ou mais recentes), e em seguida indique o valor padrão do backlog. Comprove sua resposta através de figuras no seu relatório.

R: Como especificado pela documentação 'man listen', temos que a partir do Linux 2.2 o comportamento do backlog na syscall 'listen' em sockets TCP estabelece apenas o comprimento da fila de sockets complementemente estabelecidos e esperando ser aceitos (isto é, que passaram pelo three-way handshake). Contudo, a implementação do TCP ainda faz uso da fila de sockets incompletos. Contudo, seu tamanho máximo é especificado pela variável `"/proc/sys/net/ipv4/tcp_max_syn_backlog"`. Em caso do argumento backlog da syscall listen ser maior do que `"/proc/sys/net/core/somaxconn"`, então o valor do backlog será silenciosamente truncado para este valor de `"somaxconn"`. Para a versão do linux 5.4.0-53-generic instalada no meu computador, temos `_backlog = 1024` e `somaxconn = 4096`, como mostra a figura 1 abaixo:

```
joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x
joe@mandraco:~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes$ uname -r
5.4.0-53-generic
joe@mandraco:~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes$ cat /proc/sys/net/ipv4/tcp\
_max_syn\_backlog
1024
joe@mandraco:~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes$ cat /proc/sys/net/core/soma
xconn
4096
joe@mandraco:~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes$
```

Figure 1: Resposta da questão 2

3. Realize experimentos a fim de verificar quantos clientes conseguem de imediato conectar-se ao servidor no passo anterior, comece com backlog em 0. Indique e comprove a partir de qual valor de backlog as conexões não ocorrem imediatamente. Elabore um esquema para tentar conectar 10 clientes de forma simultânea (Veja as dicas logo abaixo).

R: Para este exercício, fixamos o número de clientes simultâneos como sendo igual a 10. Também, variamos o valor do backlog na chamada da syscall 'listen' de 0 até 9. Percebemos que para um dado valor X de backlog, o número de clientes que conseguiram se conectar de imediato era sempre $X + 1$. As figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 comprovam este fato. Do backlog 8 pra baixo, as conexões não ocorrem todas imediatamente.

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        1      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      211832/./bin/servid
tcp        0      1 192.168.100.11:46722 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211845/./bin/client
tcp        0      0 0 192.168.100.11:46716 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 211843/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46718 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211844/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46732 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211851/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46730 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211849/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46736 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211850/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46728 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211848/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46726 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211847/./bin/client
tcp        0      0 0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46716 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46720 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211846/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46734 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    211852/./bin/client
joe@mandraco:~$
```

Figure 2: Resposta da questão 3 - Backlog = 0

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        1      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      209560/./bin/servid
tcp        0      1 192.168.100.11:46572 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209591/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46566 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209590/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46574 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209595/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46576 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209594/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46558 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 209587/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46564 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209589/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46560 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 209586/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46570 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209593/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46562 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209588/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46568 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    209592/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46558 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46560 ESTABLISHED 209609/./bin/servid
```

Figure 3: Resposta da questão 3 - Backlog = 1

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        3      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      210592/./bin/servid
tcp        0      1 192.168.100.11:46624 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210611/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46614 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46622 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210608/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46620 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210609/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46614 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 210605/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46616 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 210606/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46628 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210610/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46612 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46612 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 210604/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46616 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46618 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210607/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46630 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210612/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46626 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    210613/./bin/client
joe@mandraco:~$
```

Figure 4: Resposta da questão 3 - Backlog = 2

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1112
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        4      0 0.0.0.0:1112      0.0.0.0:*        LISTEN      211227/./bin/servid
tcp        0      1 192.168.100.11:40682 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211260/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40672 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40676 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:40684 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211264/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40670 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40672 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 211257/./bin/client
t-Files    0      0 192.168.100.11:40674 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 211258/./bin/client
t-r        0      1 192.168.100.11:40688 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211263/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40680 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211261/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40686 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211265/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40670 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 211256/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40678 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    211262/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40676 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 211259/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40674 ESTABLISHED -
joe@mandraco:~$
```

Figure 5: Resposta da questão 3 - Backlog = 3

```

joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        5      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      212813/./bin/servid
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46782 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46778 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46784 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46784 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 212826/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46780 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 212824/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46786 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46788 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    212828/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46782 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 212825/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46790 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    212830/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46792 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    212832/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46780 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46786 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 212827/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46796 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    212831/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46794 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    212829/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46778 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 212823/./bin/client
joe@mandraco:~$

```

Figure 6: Resposta da questão 3 - Backlog = 4

```

joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1112
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        6      0 0.0.0.0:1112      0.0.0.0:*        LISTEN      213280/./bin/servid
tcp        0      1 192.168.100.11:40808 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    213304/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40804 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213297/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40802 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213301/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40806 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    213300/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40798 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40794 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213295/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40810 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    213302/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40796 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213296/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40804 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40802 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40796 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40794 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40798 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213298/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40812 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    213303/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40800 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 213299/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40800 ESTABLISHED -
joe@mandraco:~$

```

Figure 7: Resposta da questão 3 - Backlog = 5

```

joe@mandraco:~$ netstat -taulnp | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        7      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      213723/./bin/servid
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46838 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46844 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    213747/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46838 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213744/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46842 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46840 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213743/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46834 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213742/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46840 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46836 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46830 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213739/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46842 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213745/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:46846 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    213748/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46830 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46848 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    213746/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46836 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213741/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46832 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46832 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 213740/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46834 ESTABLISHED -
joe@mandraco:~$

```

Figure 8: Resposta da questão 3 - Backlog = 6

```

joe@mandraco:~$ netstat -taulnp | grep 1112
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        8      0 0.0.0.0:1112      0.0.0.0:*        LISTEN      214396/./bin/servid
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40858 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40852 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40858 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214421/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40860 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40848 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214415/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40846 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40850 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40856 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214419/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40862 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    214422/./bin/client
tcp        0      1 192.168.100.11:40864 192.168.100.11:1112 SYN_SENT    214423/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40848 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40856 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40854 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214418/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40846 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214414/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40854 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:40850 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214416/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40852 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214417/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:40860 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 214420/./bin/client
joe@mandraco:~$

```

Figure 9: Resposta da questão 3 - Backlog = 7

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1111
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        9      0 0.0.0.0:1111      0.0.0.0:*        LISTEN      214786/./bin/servid
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46892 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46900 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214809/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46898 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214808/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46886 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214801/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46890 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214803/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46894 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214805/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46886 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46896 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214806/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:46902 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214807/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46888 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46892 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214804/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46902 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:46888 192.168.100.11:1111 ESTABLISHED 214802/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46900 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46894 ESTABLISHED -
tcp        0      1 192.168.100.11:46904 192.168.100.11:1111 SYN_SENT    214810/./bin/client
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46896 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46890 ESTABLISHED -
tcp        0      0 192.168.100.11:1111 192.168.100.11:46898 ESTABLISHED -
joe@mandraco:~$
```

Figure 10: Resposta da questão 3 - Backlog = 8

```
joe@mandraco:~$ netstat -taulpn | grep 1112
(Not all processes could be identified, non-owned process info
will not be shown, you would have to be root to see it all.)
tcp        10     0 0.0.0.0:1112      0.0.0.0:*        LISTEN      215437/./bin/servid
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40924 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40922 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215464/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40926 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40930 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40934 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40938 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215469/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:40934 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215472/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40932 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40928 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40924 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215465/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40938 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40922 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40930 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215467/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:40932 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215471/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40936 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40920 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215463/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:40928 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215468/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:40936 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215470/./bin/client
tcp        0     0 192.168.100.11:1112 192.168.100.11:40920 ESTABLISHED -
tcp        0     0 192.168.100.11:40926 192.168.100.11:1112 ESTABLISHED 215466/./bin/client
joe@mandraco:~$
```

Figure 11: Resposta da questão 3 - Backlog = 9

4. É correto afirmar que o código na versão atual gera processo zumbi? Explique. Se a sua resposta foi sim, então altere o código da questão 3 de modo que os processos criados pelo fork sejam corretamente finalizados ao invés de permanecerem no estado zumbi quando um cliente encerra sua conexão.

R: Sim, é correto afirmar que gera, como podemos ver pela Figura 12 abaixo. Nela, temos que o processo 162611, que é filho do processo servidor pai 162597, está no estado zombie (Z+) ou "defunct". Isto acontece, pois no nosso código, o processo pai do servidor, quando lança um processo filho através do fork(), não espera pelo término do processamento do filho através da syscall wait(). Então, quando o filho termina a execução, o processo pai não sabe que isto ocorreu, pois deliberadamente decide ignorar o recebimento do signal 'SIGCHLD' gerado pelo

processo filho. Então os resquícios do processo filho ficam armazenados na tabela de processos do sistema, uma vez que o processo pai é o responsável por limpar da tabela de processos os resquícios dos processos filhos que acabaram de executar (que deliberadamente não é feito, pois ignoramos no código do pai o sinal 'SIGCHLD' mandado pelos filhos). Para resolver este problema, utilizamos um signal handler, que consiste de uma função específica que é chamada quando o processo filho envia para o pai o sinal 'SIGCHLD'. Então nesta função, chamamos a syscall `wait()` para de fato pegar o término do processo filho, e então removê-lo da tabela de processo, fazendo assim com que não existam mais processos zombies. Este fato é comprovado com a figura 14, obtida após a execução da figura 13

```

joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x
Every 1.0s: ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af mandraco: Tue Nov 24 11:04:21 2020

STAT  PID  PPID TT  COMMAND
Ss    162656 162479 pts/2 bash
S+    163317 162656 pts/2 \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    163328 163317 pts/2 \_ \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    163329 163328 pts/2 \_ \_ sh -c ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
R+    163330 163329 pts/2 \_ \_ ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
Ss    162540 162479 pts/1 bash
S+    163279 162540 pts/1 \_ ./bin/cliente.o 192.168.100.11 1111
Ss    162487 162479 pts/0 bash
S+    162597 162487 pts/0 \_ ./bin/servidor.o 1111
Z+    162611 162597 pts/0 \_ [servidor.o] <defunct>
S+    163280 162597 pts/0 \_ ./bin/servidor.o 1111
Ssl+  1197  1177 tty7 /usr/lib/xorg/Xorg -core :0 -seat seat0 -auth /var/run/lightdm/root/:0 -nolisten t
Ss+   1205  1  tty1 /sbin/agetty -o -p -- \u --noclear tty1 linux
  
```

Figure 12: Resposta da questão 4

```

joe@mandraco: ~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x
Every 1.0s: ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af mandraco: Tue Nov 24 14:21:21 2020

STAT  PID  PPID TT  COMMAND
Ss    162656 162479 pts/2 bash
S+    163317 162656 pts/2 \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    218483 163317 pts/2 \_ \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    218484 218483 pts/2 \_ \_ sh -c ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
R+    218485 218484 pts/2 \_ \_ ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
Ss+   162540 162479 pts/1 bash
Ss    162487 162479 pts/0 bash
S+    218453 162487 pts/0 \_ ./bin/servidor.o 1111
S+    218471 218453 pts/0 \_ \_ ./bin/servidor.o 1111
S+    218472 218453 pts/0 \_ \_ ./bin/servidor.o 1111
S+    218473 218453 pts/0 \_ \_ ./bin/servidor.o 1111
S    218470 1819 pts/1 ./bin/cliente.o 192.168.100.11 1111
S    218469 1819 pts/1 ./bin/cliente.o 192.168.100.11 1111
S    218468 1819 pts/1 ./bin/cliente.o 192.168.100.11 1111
Ssl+  1197  1177 tty7 /usr/lib/xorg/Xorg -core :0 -seat seat0 -auth /var/run/lightdm/root/:0 -nolisten t
Ss+   1205  1  tty1 /sbin/agetty -o -p -- \u --noclear tty1 linux
  
```

Figure 13: Resposta da questão 4 - Executando processos filhos

```
joe@mandraco: ~/Documents/University/10semestre/MC833/trabalho-redes/trabalho3-redes
joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x joe@mandraco: ~/Documents/Univ... x
Every 1.0s: ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af mandraco: Tue Nov 24 14:21:24 2020
STAT  PID  PPID TT  COMMAND
Ss    162656 162479 pts/2 bash
S+    163317 162656 pts/2 \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    218509 163317 pts/2 \_ watch -n 1 ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
S+    218510 218509 pts/2 \_ sh -c ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
R+    218511 218510 pts/2 \_ ps -o stat,pid,ppid,tt,args -af
Ss+   162540 162479 pts/1 bash
Ss    162487 162479 pts/0 bash
Ss    218453 162487 pts/0 \_ ./bin/servidor.o 1111
Ssl+  11197 1177 tty7 /usr/lib/xorg/Xorg -core :0 -seat seat0 -auth /var/run/lightdm/root/:0 -nolisten t
Ss+   1205 1 tty1 /sbin/agetty -o -p -- \u --noclear tty1 linux
```

Figure 14: Resposta da questão 4 - Sem processos zumbis

Instruções de compilação e Execução:

1. **Instruções de Compilação:** apenas rodar o comando 'make' no terminal a partir da pasta raiz. O comando 'make' utilizará o arquivo 'Makefile' para chamar o g++ e assim compilar o código.
2. **Instruções de Execução:**
 - (a) Primeiro rodar o servidor com o comando './bin/servidor.o X', sendo X aqui a porta onde o servidor ficará escutando requisições.
 - (b) Depois de executar o servidor, executar o comando './bin/cliente.o Y X' pra rodar o programa do cliente. Aqui, 'X' representa a porta que o servidor está escutando (passada como argumento para o servidor) e 'Y' representa o IP que o servidor estará escutando requisições.