Monitoramento em Ambientes Linux

Avaliação de Desempenho de Sistemas

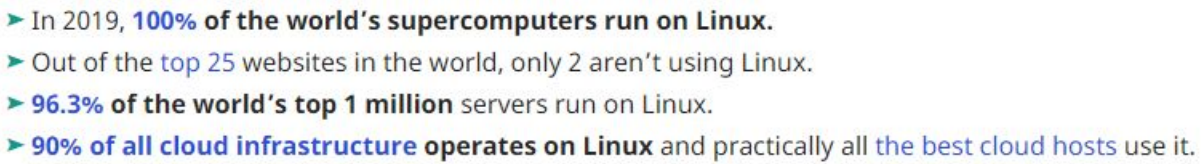
Prof: Paulo Maciel

Instrutores: Carlos Melo, Paulo Pereira e Ronierison Maciel

{casm3,prps,rsm4,prmm}@cin.ufpe.br

Avaliação de Desempenho de Sistemas

- Por que Monitorar?
- O que Monitorar?
- **Como Monitorar?**
- **Onde começar?**



Monitoramento LINUX

- Ferramentas Essenciais
  - Shell
  - /proc
  - ps
  - top
  - uptime
  - vmstat
  - free
  - **stress**
  - **sysstat**
    - iostat
    - mpstat
    - pidstat
  - **dstat**
  - **tcpdump**
  - **nmon**

● requer instalação

O Shell

- É um programa que recebe comandos do teclado e os repassa ao sistema operacional.

- Uma interface de **linha de comando** para a biblioteca de comandos disponíveis no seu sistema operacional.

O Shell

- Linux
  - *bash*
- Windows
  - *bash*(WSL) e PowerShell

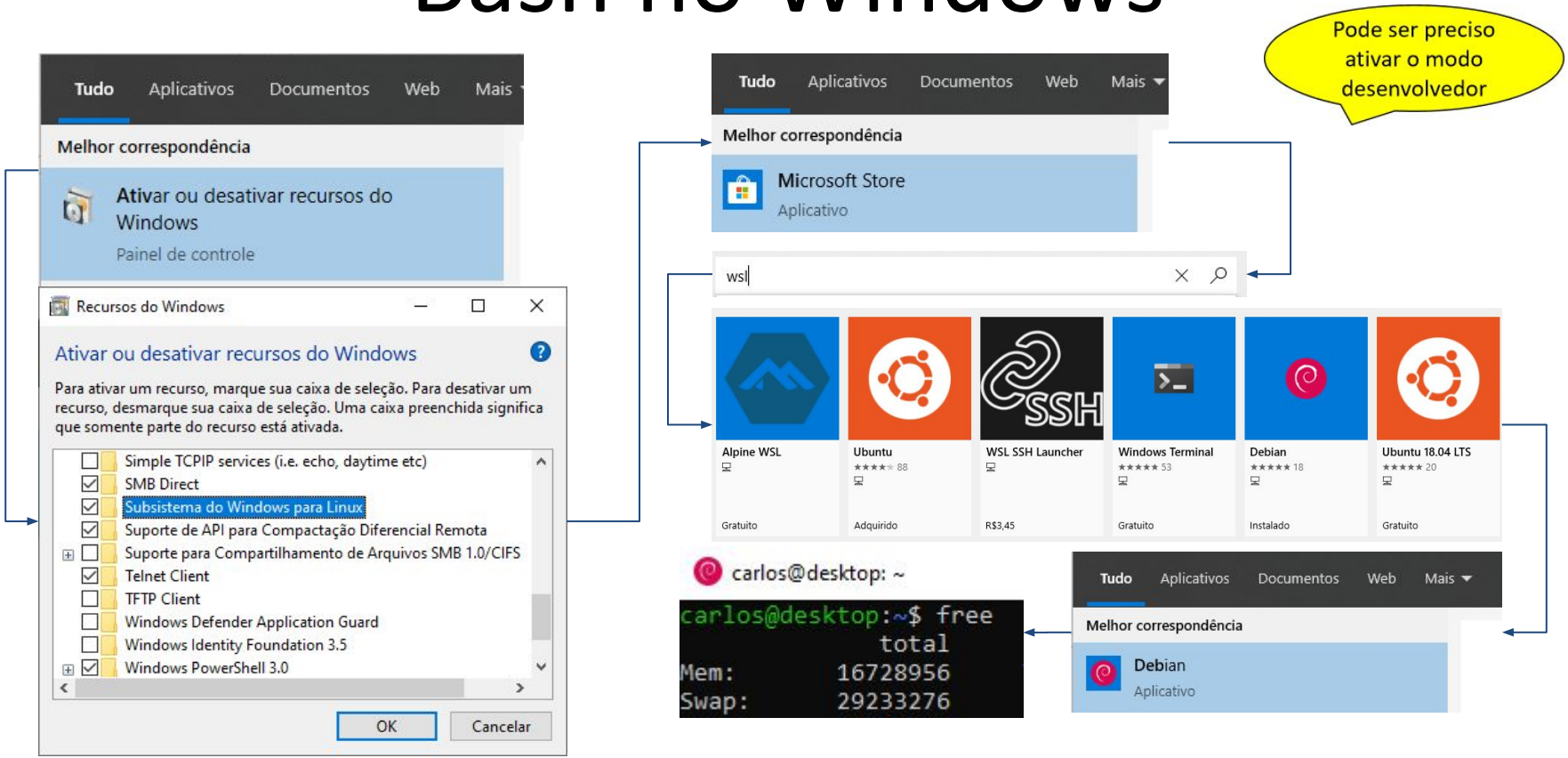
- Quando na GUI precisamos de outro programa para interagir com o shell, esses são os chamados Emuladores de Terminal
  - konsole
  - gnome-terminal

Script

Scripts para o *bash* não precisam de uma extensão para executar, mas é sempre bom *ajudar o próximo*

- É um arquivo de texto (**.sh**, .ps1, ...);
- Automatiza tarefas específicas (tediosas e repetitivas);
- Executam um conjunto de comandos;
- Podem se valer de lógica simples (*for, while, if e else*).

Bash no Windows

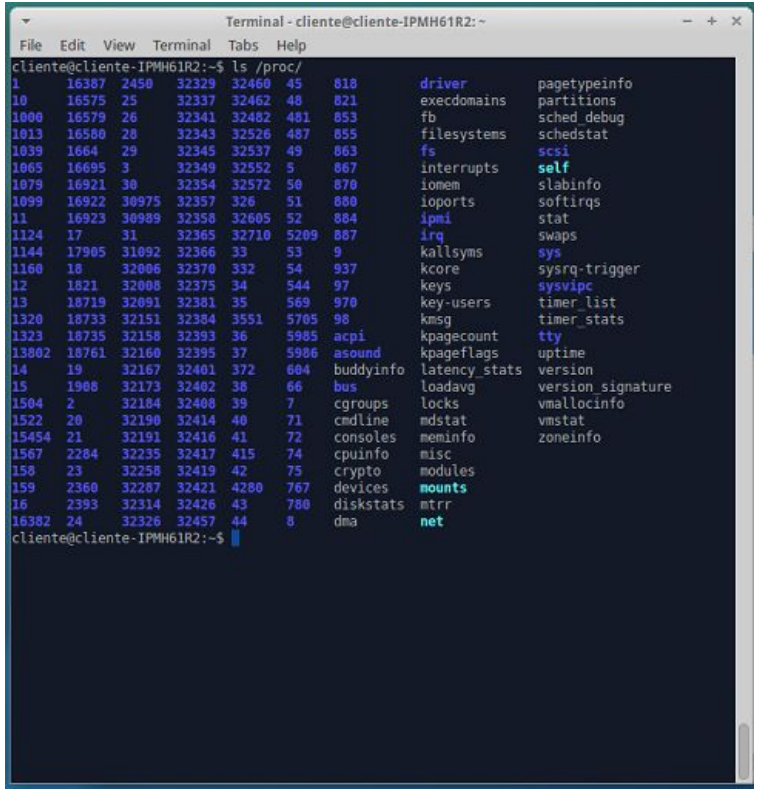


echo ”Hello World!”

- Variáveis;
- Meu Primeiro Script;
- Permissão de Execução;
- sh script ou ./script?
- O #!/bin/bash
- Por que shell e não java, python, ruby, ...?

Utilizando o /proc

- /proc
  - *pseudo*-sistema de arquivos, existente no GNU/Linux e em vários outros SOs baseados no Unix
  - estruturado como uma hierarquia de diretórios e arquivos



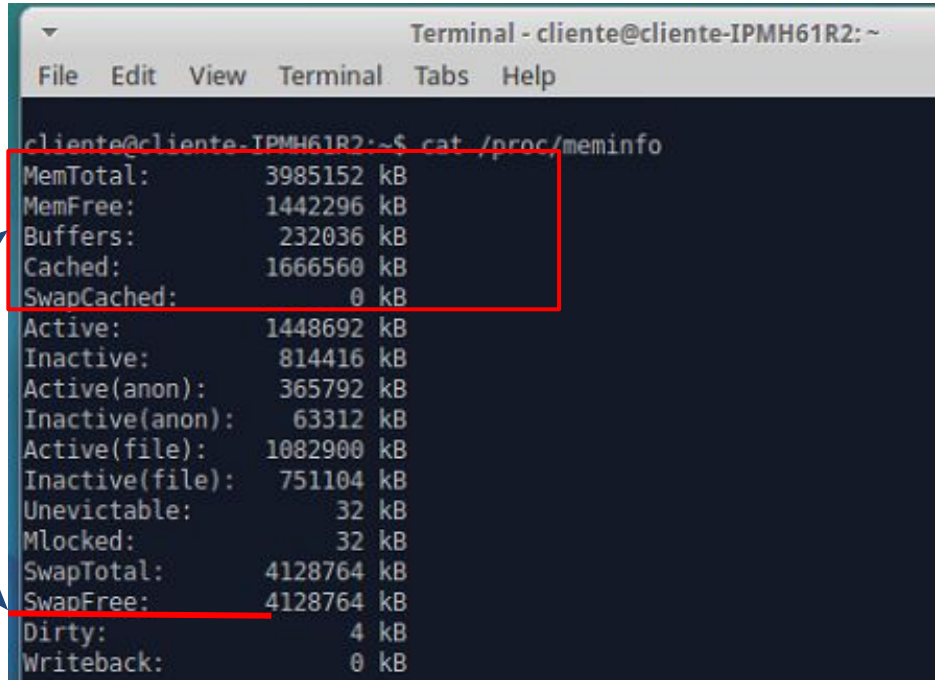
Utilizando o /proc

- /proc
  - Interface para estruturas de dados internas do kernel (núcleo do sistema)
    - Acessar dados sobre processos e outros recursos do SO
    - Alterar parâmetros do kernel em tempo de execução
  - Vários contadores de desempenho disponíveis
    - /proc/**stat**
    - /proc/**meminfo**
    - /proc/**vmstat**
    - /proc/**diskstats**
    - /proc/**net**/...
    - /proc/**<pid>**/...

/proc/meminfo

- /proc/meminfo

Informações bastante úteis para avaliar questões de desempenho



Exemplos /proc/meminfo

- Nós podemos monitorar em tempo real `watch -n 5 cat /proc/meminfo`
- Ou salvamos em um arquivo (log) para visualizar depois `./monitora-memoria.sh`

```
#!/bin/bash
tempo=0;
echo "MemFree Buffers Cached SwapFree">log-memoria.txt
while [ $tempo -lt 300 ]
do
   mfree=`cat /proc/meminfo | awk '/MemFree/{print $2}'`
   buff=`cat /proc/meminfo | awk '/Buffers/{print $2}'`
   cach=`cat /proc/meminfo | awk '/^Cached/{print $2}'`
   swapfree=`cat /proc/meminfo | awk '/SwapFree/{print $2}'`
   echo "$mfree $buff $cach $swapfree" >> log-memoria.txt
   sleep 5
   tempo=$((tempo + 5));
done
```


Turn
coffee
into
code
01000011011011110110010001100101011100 10

CODING TIME!!!

/proc/<pid>/status

- Em muitas situações, é essencial medir o uso de recursos para um processo em específico

```
root@cliente-IPMH61R2:/home/cliente# cat /proc/18953/status
Name:   stress
State:  R (running)
Tgid:   18953
Ngid:   0
Pid:    18953
PPid:   18952
TracerPid:      0
Uid:    1000    1000    1000    1000
Gid:    1000    1000    1000    1000
FDSize: 64
Groups: 4 24 27 30 46 108 124 125 1000
VmPeak:    17680 kB
VmSize:    17680 kB
VmLck:         0 kB
VmPin:         0 kB
VmHWM:     10352 kB
VmRSS:     10308 kB
VmData:    10428 kB
VmStk:       136 kB
VmExe:        20 kB
VmLib:      2956 kB
VmPTE:        56 kB
VmSwap:        0 kB
Threads:        1
SigQ:   0/30965
SigPnd: 0000000000000000
```

VmSize: toda a memória virtual usada pelo processo.

VmHWM: teto atingido pelo RSS

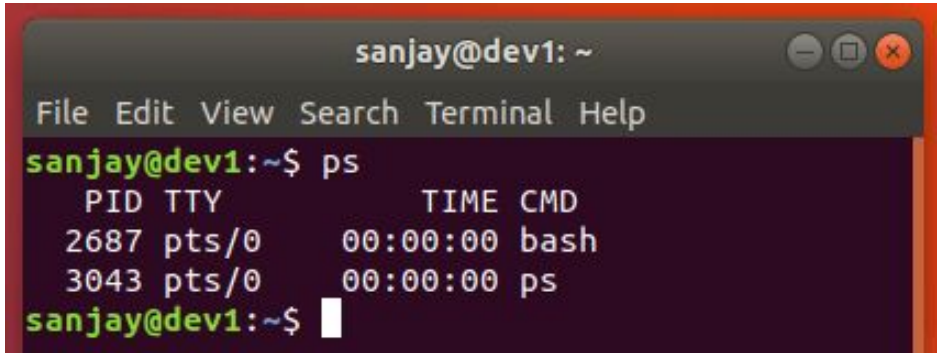
Resident set size: memória física (RAM) usada pelo processo.

ps command (Process Status)

- O comando ps (status do processo) é um dos comandos mais usados no Linux. Geralmente é usado para obter informações mais detalhadas sobre um processo específico ou todos os processos.
- Por exemplo, é usado para saber se um processo específico está em execução ou não, quem está executando qual processo no sistema, qual processo está usando memória ou CPU mais alta, quanto tempo um processo está em execução etc.

ps command (Process Status)

- Sem nenhuma argumento, o comando **ps** mostra apenas o processo em execução na conta do usuário conectado no terminal atual.
- Você pode se perguntar por que o comando **ps** está mostrando dois processos enquanto ainda não executamos nenhum processo neste terminal.
  - O primeiro processo mostra o processo em que este terminal é aberto.
  - O segundo processo mostra o último comando executado neste terminal.



ps command (Process Status)

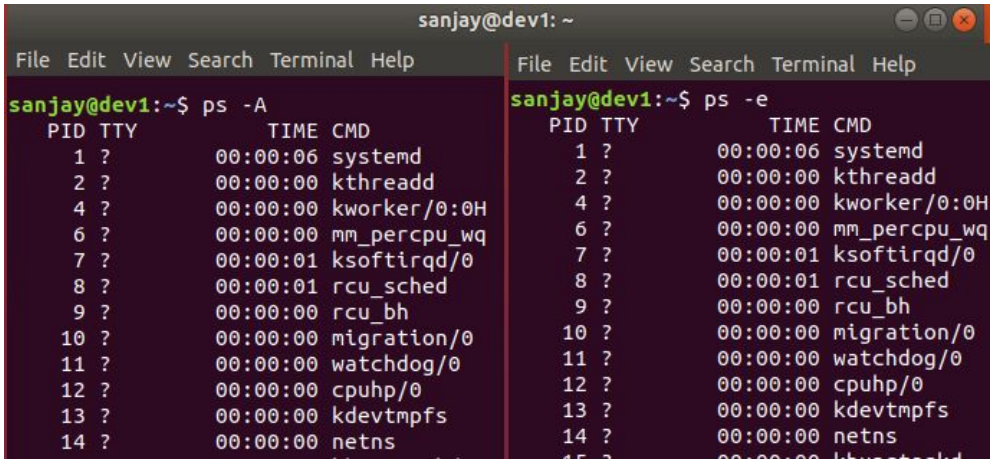
O comando **ps** aceita opções em três estilos.

- Estilo BSD UNIX: - Nesse estilo, as opções são fornecidas sem nenhum hífen inicial (como "aux").
- Estilo AT&T Unix: - Nesse estilo, as opções são fornecidas com um hífen principal (como "-aux").
- Estilo GNU Linux: - Nesse estilo, as opções são fornecidas com hífens iniciais duplos (como "--sort").

Embora o comando **ps** aceite opções no estilo de mixagem, você sempre deve usar apenas um estilo para especificar as opções.

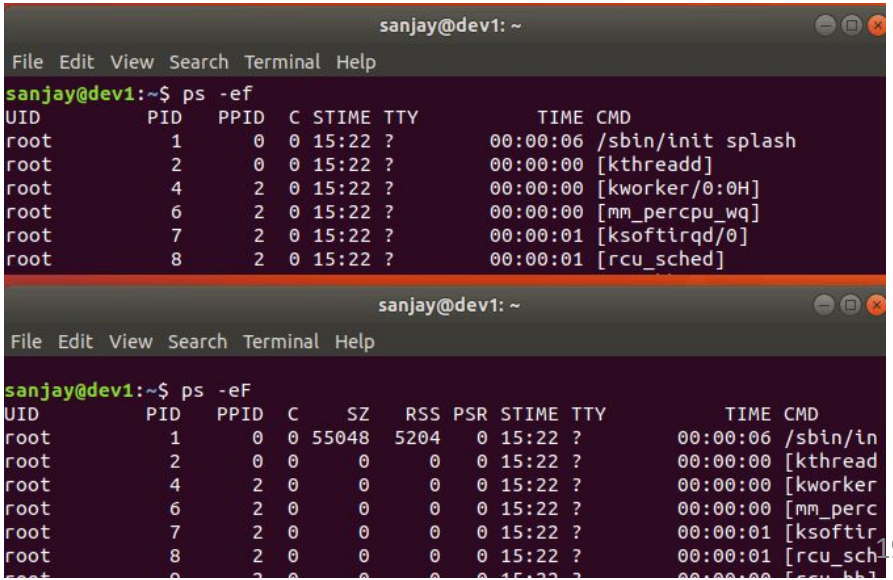
ps command (Process Status)

- Para imprimir todos os processos em execução no sistema, use qualquer um dos seguintes comandos.
  - $ ps -A
  - $ ps -e



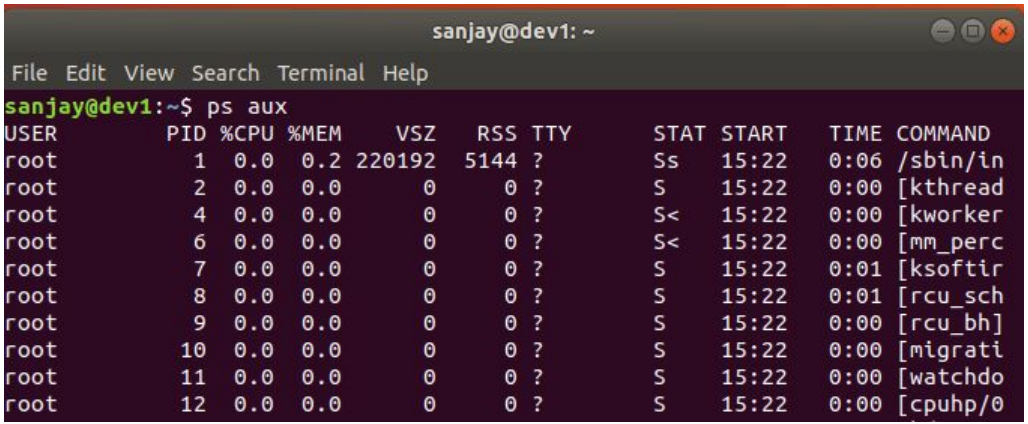
ps command (Process Status)

As opções A e e fornecem uma visão geral resumida dos processos em execução. Para imprimir a visão geral detalhada, use as opções f (formato completo) e F (formato extra extra) com essas opções.



ps command (Process Status)

Para visualizar a mesma saída no estilo BSD Unix, use as opções "aux".



ps command (Process Status)

O comando "ps aux" é o comando usado com mais frequência pelos administradores do Linux. Antes de passarmos para o próximo exemplo, vamos entender as opções usadas neste comando em detalhes.

- a: - Esta opção imprime os processos em execução de todos os usuários.
- u: - Esta opção mostra a coluna do usuário ou proprietário na saída.
- x: - Esta opção imprime os processos que não foram executados no terminal.

Coletivamente, as opções "aux" imprimem todo o processo em execução no sistema, independentemente de onde foram executadas.

Column	Description
USER	The user account under which this process is running
PID	Process ID of this process
%CPU	CPU time used by this process (in percentage).
%MEM	Physical memory used by this process (in percentage).
VSZ	Virtual memory used by this process (in bytes).
RSS	Resident Set Size, the non-swappable physical memory used by this process (in KiB)
TTY	Terminal from which this process is started. Question mark (?) sign represents that this process is not started from a terminal.
STAT	Process state. *Explained in next table.*
START	Starting time and date of this process
TIME	Total CPU time used by this process
COMMAND	The command with all its arguments which started this process

D	uninterruptible sleep (usually IO)
R	running or runnable (on run queue)
S	interruptible sleep (waiting for an event to complete)
T	stopped by job control signal
t	stopped by debugger during the tracing
w	paging (not valid since the 2.6.xx kernel)
x	dead (should never be seen)
Z	defunct ("zombie") process, terminated but not reaped by its parent
<	high-priority (not nice to other users)
N	low-priority (nice to other users)
L	has pages locked into memory (for real-time and custom IO)
s	is a session leader
l	is multi-threaded (using CLONE_THREAD, like NPTL pthreads do)
+	is in the foreground process group

ps command (Process Status)

- CPU é expresso como a porcentagem de tempo gasto em execução durante toda a vida útil de um processo.
- O RSS não conta algumas partes de um processo, incluindo as tabelas de páginas, pilha do kernel, struct thread_info e struct task_struct.
- VSZ é o tamanho virtual do processo (código + dados + pilha).
- Os processos marcados como <defunct> são processos mortos (os chamados "zumbis") que permanecem porque seus pais não os destruíram corretamente.

Se o comprimento do nome de usuário for maior que o comprimento da coluna de exibição, o nome de usuário será truncado.

awk command

- O awk é um utilitário que permite que um programador escreva programas pequenos, porém eficazes, na forma de instruções que definem padrões de texto a serem pesquisados em cada linha de um documento e a ação a ser tomada quando uma correspondência for encontrada dentro de um linha.
- O awk é usado principalmente para digitalização e processamento de padrões. Ele pesquisa um ou mais arquivos para ver se eles contêm linhas que correspondem aos padrões especificados e, em seguida, executa as ações associadas.

  - awk é abreviado dos nomes dos desenvolvedores - Aho, Weinberger e Kernighan.
  - `$ awk '/manager/{print $1}' employee.txt`


Turn
coffee
into
code
01000011011011110110010001100101011100 10

CODING TIME!!!

Monitoramento LINUX

- Comando **TOP**
  - Fornece uma visão em tempo real do sistema em execução
  - Sintaxe: top [opções]

- **-d** atraso Especifica o atraso em segundos entre as atualizações de tela. O padrão é 3 segundos.
- **-i** ignora processos ociosos.
- **-n** num Exibe num interações e depois termina.
- **-b** Roda em modo de batch. Útil para mandar a saída de top para outros programas ou um arquivo.

Monitoramento LINUX

Comando **top** – opções interativas

h Gera um tela de ajuda
k Termina um processo (será pedido seu PID)
q Sai do programa

Monitoramento LINUX

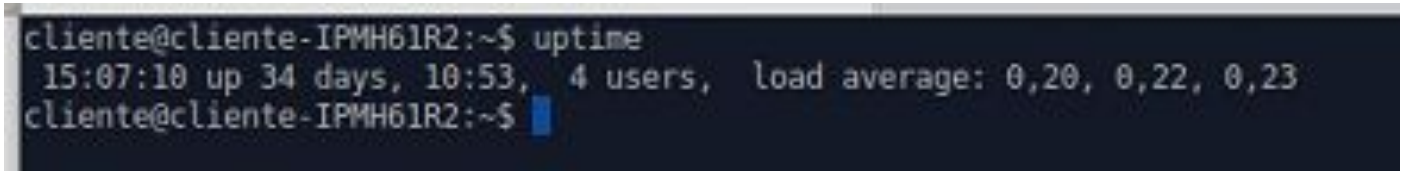
- **PID:** O identificador de cada processo
- **USER:** Usuário
- **PR:** Prioridade da Tarefa
- **NI:** Valor Nice da tarefa
- **VIRT:** Memória virtual usada
- **RES:** Memória física usada
- **SHR:** Memória compartilhada usada
- **S:** Estado da tarefa (**s** = sleeping, **R** = running, **T** = stopped, **Z** = zombie, etc.)
- **%CPU:** % de tempo de CPU
- **%MEM:** % de memória física
- **TIME+:** Tempo total de atividade da tarefa desde que ela foi iniciada
- **COMMAD:** Nome do processo


Turn
coffee
into
code
01000011011011110110010001100101011100 10

CODING TIME!!!

Monitoramento LINUX

- Comando **uptime**
  - Mostra o tempo atual, há quanto tempo o **sistema** está **rodando**, quantos **usuários** estão **logados** atualmente e as médias de carga do sistema nos últimos 1, 5 e 15 minutos.



Monitoramento LINUX

- Comando **vmstat**
  - Este comando reporta informações sobre processos, memória, paginação, blocos de I/O, traps e atividades de CPU.
    - Vmstat [opções]
  - **-S** M usa a unidade MB em vez do padrão KB
  - **-a** Mostra memória ativa e inativa
  - **-d** Mostra estatísticas de discos
  - **-p** Partição Mostra informações de R/W na partição especificada
  - **-s** Mostra estatísticas em formato de tabela

Monitoramento LINUX

Vmstat – campos

Procs

- **r**: Nº de processos esperando para rodar
- **b**: Nº de processos em dormência ininterrupta

Memory

- **Swpd**: memória virtual usada
- **Free**: memória livre
- **Buff**: memória usada como buffer
- **Cache**: memória usada como cache

Swap

- **si**: memória trocada a partir do disco
- **so**: memória trocada para o disco

Monitoramento LINUX

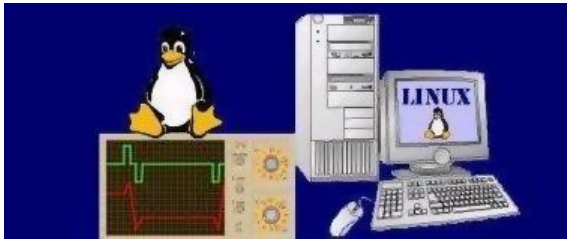
- **Vmstat** – campos
  - io
    - **bi**: Blocos recebidos de um dispositivos de bloco (blocos/s)
    - **bo**: Blocos enviados a um dispositivo de bloco (blocos/s)
  - System
    - **in**: nº de interrupções por segundo, incluindo clock
    - **cs**: nº de mudanças de contexto por segundo
  - Cpu
    - **us**: Tempo gasto rodando código que não é kernel
    - **sy**: Tempo gasto rodando código do kernel
    - **id**: Tempo gasto em ociosidade
    - **wa**: Tempo gasto esperando por I/O

Monitoramento LINUX

- Comando **free**
  - Exibe a quantidade de memória livre e usada no sistema
- Sintaxe: free [opções]

  -b Mostra o uso da memória em bytes
  -k uso da memória em KB
  -m em MB
  -t Exibe uma linha que mostra os totais
  -s n Operação contínua em intervalos de n segundos

Utilizando o Sysstat



- O **sysstat** é um pacote de utilitários para coleta de dados de desempenho
  - **iostat**: Disco e I/O em geral
  - **mpstat**: Processador e memória
  - **pidstat**: Monitoramento por processo

Monitoramento LINUX

- Comando **iostat**
  - Mostra informações sobre o uso da **CPU** e várias estatísticas sobre E/S do sistema.
- Sintaxe: iostat [opções]

  -c Mostra apenas estatísticas da CPU

  -d Mostra apenas estatísticas de I/O de disco

  -p sda Mostra apenas estatística para sda

Monitoramento LINUX

- Comando **mpstat**
  - Exibe estatísticas sobre todos os processadores existentes na máquina

Sintaxe: mpstat [opções]

-P ALL – exibir estatísticas para todas as CPUs

- [Num] [num] – tempo de coleta dos dados e loop

Monitoramento LINUX

Comando **pidstat**

Com o pidstat podemos monitorar as informações que encontram-se no /proc/<pid>/…,

Sintaxe: pidstat [opções]

-d estatísticas de I/O

-u Utilização de CPU

-p <PID> número do processo

-r page faults e utilização da memória

[num] [num] intervalo em segundos e número de relatórios.

Monitoramento LINUX

- Comando **pidstat**

```
stress --vm 1 --vm-bytes 10M -t 300s
```

```
root@cliente-IPMH61R2:/home/cliente# pidstat -p 21671 -r 2 3
Linux 3.13.0-37-generic (cliente-IPMH61R2)      21-11-2014      _x86_64_        (4 CPU)

12:09:12      UID       PID  minflt/s  majflt/s     VSZ    RSS   %MEM  Command
12:09:14     1000     21671      0,00      0,00    7308    432   0,01  stress
12:09:16     1000     21671      0,00      0,00    7308    432   0,01  stress
12:09:18     1000     21671      0,00      0,00    7308    432   0,01  stress
Average:     1000     21671      0,00      0,00    7308    432   0,01  stress
root@cliente-IPMH61R2:/home/cliente#
```

Monitoramento LINUX

Comando **dstat**

Permite efetuar monitoramento e verificar performance do sistema Linux, possuindo características dos comandos **top**, **vmstat**, **free**, **iostat** combinadas.

Sintaxe: dstat [opções]

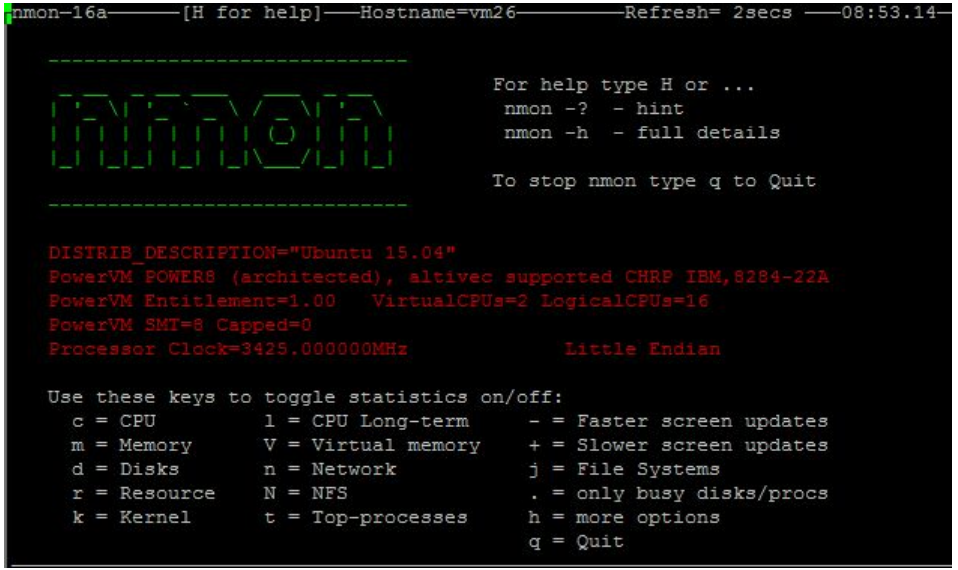
Dstat n permite ajustar o intervalo de atualização para n segundos

-m uso de memória
-c estatística de CPU
-d Estatística de disco
-i interrupções
-n estatísticas de uso de rede
--fs estatísticas do sistema de arquivos
--ntp mostra a hora a partir de um servidor de NTP

NMON

NMON

- **N**igel's performance **Mon**itor;
- Por default o nmon inicia em modo live com monitoramento via terminal



NMON

- Os comandos são organizados da seguinte forma:
  - $ nmon -f -s “seconds” -c “count”

- Onde –f é salvar em arquivo (file), -s o intervalo entre as capturas e –c o número de capturas.

NMON

- O arquivo de saída do nmon é um arquivo de texto com extensão nmon e no formato CSV;

- A saída vai para o diretório atual, no seguinte formato:
  - <hostname>_<date>_<time>.nmon

NMON

- É possível especificar o local onde será armazenado o arquivo de saída através da flag -m
  - $nmon -f -s “seconds” -c “count” –m /home/...

- E agendar o início do experimento
  - $ 0 0 * * * /usr/local/bin/nmon -f -s 120 -c 720 -m /home

    0 hora, 0 minutos, * dias no mês, * mês, * dia da semana.

NMON

Exemplo: Monitorar o sistema por um minuto

- 1min = 60 segundos;
- 60s com intervalos entre amostras de 5s;
- 60/5 = 12 coletas;

Carga de trabalho:

$stress –m 2 --vm-bytes 1G –t 50s

Monitoramento

$nmon –f –s 5 –c 12

NMON

- Os dados obtidos via nmon podem ser analisados através de várias ferramentas (excel, R, Mathematica) muitos dados tornam a análise mais precisa, porém implicam em uma grande massa de dados que em sua análise tende a consumir uma grande quantidade de memória;

- developers.google.com/chart é uma biblioteca que pode facilitar um pouco se utilizada em conjunto com o nmonchart.

NMON

1) Instalação do nmonchart aguther/nmonchart
2) Extrair pasta nmonchart-master, instalar o ksh;
3) Atribuir permissões de leitura e escrita ao *build.sh*;
4) Executar
    - $ ./nmonchart nmonfile.nmon output.html

- Monitorando Rede com TCPDUMP
  - **Instalação**
    - sudo apt install tcpdump
  - Verificar a versão
    - tcpdump --version
  - Sintaxe
    - tcpdump [opções]

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Lista de interfaces.
    - tcpdump -D
  - Interface específica.
    - tcpdump -i eth0
  - Capturar N pacotes.
    - tcpdump -c 10 -i eth0

Monitoramento LINUX

- Campos:

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on enp5s0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
04:04:16.324600 IP maria.ssh > 192.168.100.5.54566: Flags [P.], seq 4142187904:4142188092, ack 3080325120, win 501, options [nop,nop,TS val 3495424434
 ecr 2420209065], length 188
04:04:16.325366 IP 192.168.100.5.54566 > maria.ssh: Flags [.], ack 188, win 24566, options [nop,nop,TS val 2420209138 ecr 3495424434], length 0
```

1. *Timestamp;*
2. *Tipo do pacote;*
3. *End:. de origem e Porta de origem;*
4. *Sinal >*
5. *End:. de destino e Porta de destino;*
6. *Bit de controle*

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Mostra somente IPs.
    - tcpdump -n -i eth0
  - Grava os pacotes capturados em um arquivo.
    - tcpdump -w arquivo.pcap
  - Lê os pacotes a partir de um arquivo.
    - tcpdump -r arquivo.pcap

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Lê os pacotes a partir de um arquivo e imprime a data e hora da captura.
    - tcpdump -tttt -r arquivo.pcap
  - Imprime pacotes em ASCII.
    - tcpdump -A -i eth0

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Mostra o conteúdo do pacote em HEX e ASCII.
    - tcpdump -XX -i eth0
  - Captura pacotes originados apenas do host com o IP ou hostname.
    - tcpdump -n src host 192.168.0.1

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Captura pacotes destinado apenas ao host com IP ou hostname.
    - tcpdump -i dst host 192.168.0.1
  - Captura apenas pacotes que sejam maiores que bytes.
    - tcpdump -i eth0 greater 100
      - *captura pacotes maiores que 100 bytes.*

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Captura apenas pacotes que sejam menores que bytes.
    - tcpdump -i eth0 less 100
  - Trabalha com pacotes destinados a uma porta específica.
    - tcpdump -i eth0 port 22

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Captura pacotes cujas portas estejam no intervalo entre **22** e **80**
    - tcpdump -i eth0 portrange 22-80
  - Captura somente tráfego associado ao protocolo **ICMP** na interface **eth0**
    - tcpdump -i eth0 icmp

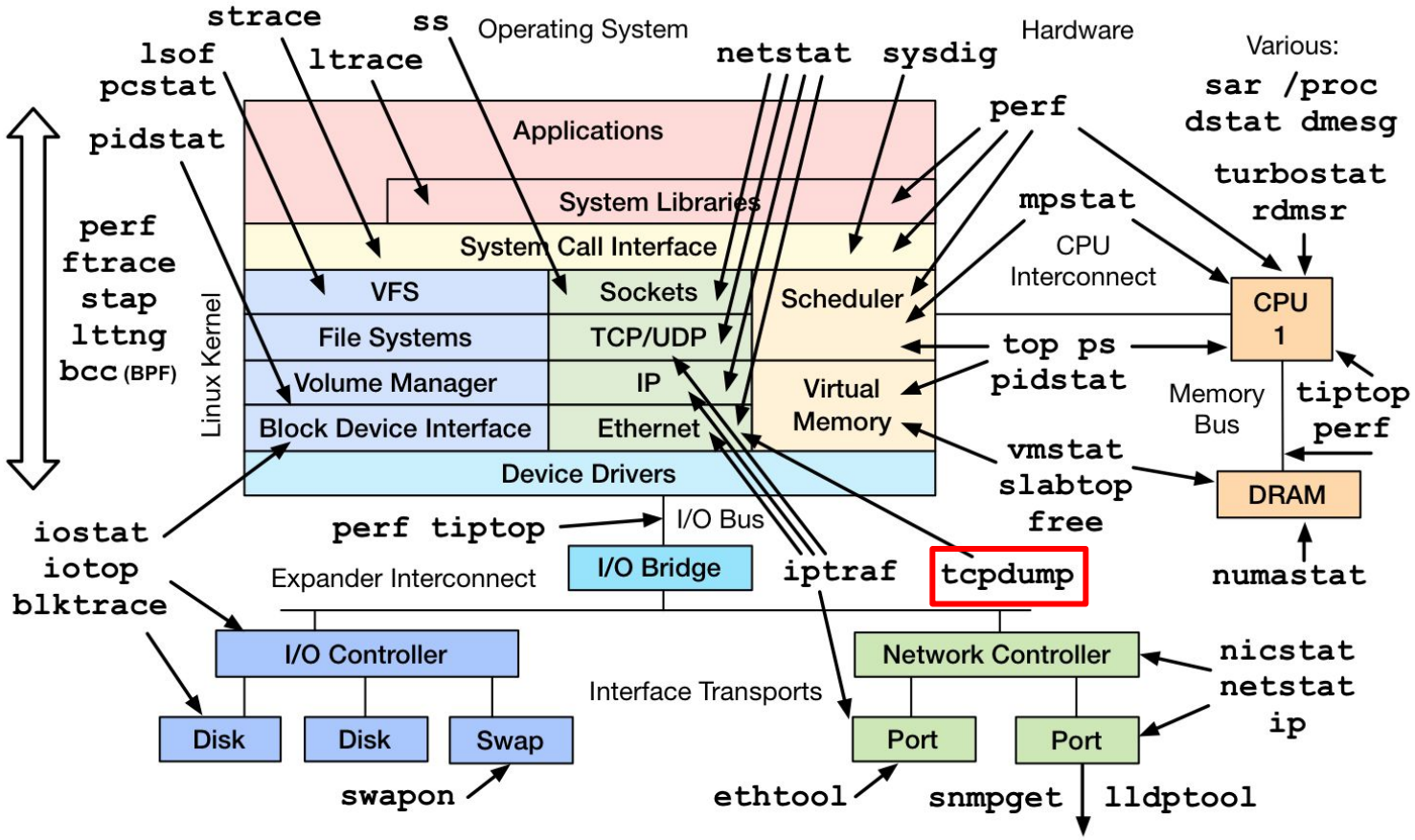
Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Captura os pacotes somente se satisfazerem às condições **A** e **B** simultaneamente.
    - tcpdump -i eth0 dst **A** and **B**
      - *por exemplo:* ***192.168.0.1*** *and* ***ICMP***
  - Captura os pacotes que não satisfaçam à condição **A**
    - tcpdump -i eth0 -s 64 not A
      - *por exemplo:* ***not port 22***

Monitoramento LINUX

- Opções principais:.
  - Outros exemplo:
    - tcpdump -i eth1 -s 1500 port not 22 and port not 53

Linux Performance Observability Tools



COFFEE TIME!!!

Monitoramento LINUX

- **Crontab**:
  - O Cron permite que usuários do Linux e Unix executem comandos ou scripts em uma determinada data e hora. Você pode agendar scripts para serem executados periodicamente.

Monitoramento LINUX

- Opções principais:
  - Vamos abrir o terminal e digitar:
    - crontab -e
      - Isso significa que queremos criar um script dentro do crontab.
    - crontab -r
      - Deleta o script usado anteriormente.
    - crontab -l
      - Lista tudo.

Monitoramento LINUX

```
* * * * * comando a ser executado
- - - - -
| | | | |
| | | | ----- Dia da semana (0 - 7) (domingo = 0 ou 7)
| | | ------- Mês (1-12)
| | --------- Dia do mês (1-31)
| ----------- Hora (0 - 23)
------------- Minuto (0 - 59)
```

- Dado isso, montamos nossa primeira linha de comando :
  - 10 00 * * * /usr/sbin/tcpdump -n -c 30000 -w /root/debug.txt

Monitoramento LINUX

Strings	**Significado**
@reboot	Execute uma vez, na inicialização.
@yearly	Execute uma vez por ano, "0 0 1 1 *".
@annually	(o mesmo que @yearly)
@monthly	Execute uma vez por mês, "0 0 1 * *".
@weekly	Execute uma vez por semana, "0 0 * * 0".
@daily	Execute uma vez por dia, "0 0 * * *".
@midnight	(o mesmo que @daily)
@hourly	Execute uma vez por hora, "0 * * * *".

Monitoramento LINUX

- Com isso podemos refinar ainda mais nosso crontab:
  - @midnight /usr/sbin/tcpdump -n -c 30000 -w /root/debug.txt
    - ou seja, 1 vez por dia nosso script vai ser criado, de acordo com os parâmetros definidos.
  - Em seguida verifique o que foi capturado.
    - tcpdump -X -vv -r /root/port.debug.txt

Monitoramento LINUX

- **SSH** (**S**ecure **Sh**ell)
  - **Instalação**
    - sudo apt install openssh-server
  - Conexão SSH é uma forma segura de acessar remotamente outro micro, basta que você tenha habilitado o serviço SSH em ambos os micros.
    - sudo systemctl status ssh “verificar o status do SSH”
    - Por exemplo: ssh user@192.168.0.1 'uptime'
      - nos mostra a quanto tempo o computador está ligado

Monitoramento LINUX

- **SSH** (**S**ecure **Sh**ell)
  - Para não ser redundante, vejam que alguns dos comandos mostrados anteriormente, podem ser usados no lugar do 'uptime'.
  - Também é possível executar scripts remotamente, vejamos:
    - ssh user@192.168.0.1 ./script.sh
      - criamos o script e damos permissão
        - chmod +x script.sh

Referências

- Man-pages do Linux
- MoDCS http://www.modcs.org/
- Performance Tools
- Advanced TCPDUMP
- Site do iostat:
  - http://sebastien.godard.pagesperso-orange.fr
- Jain, Raj. "The art of computer system performance analysis: techniques for experimental design, measurement, simulation and modeling." *New York: John Willey* (1991).
- Lilja, David J. *Measuring computer performance: a practitioner's guide*. Cambridge University Press, 2005.