Segurança Computacional

Mecanismos de controle de acesso

Prof. Carlos Maziero

DInf UFPR, Curitiba PR

Setembro de 2019

Conteúdo

Infraestrutura de controle de acesso

Infraestrutura de controle de acesso

Um mecanismo de controle de acesso deve ser:

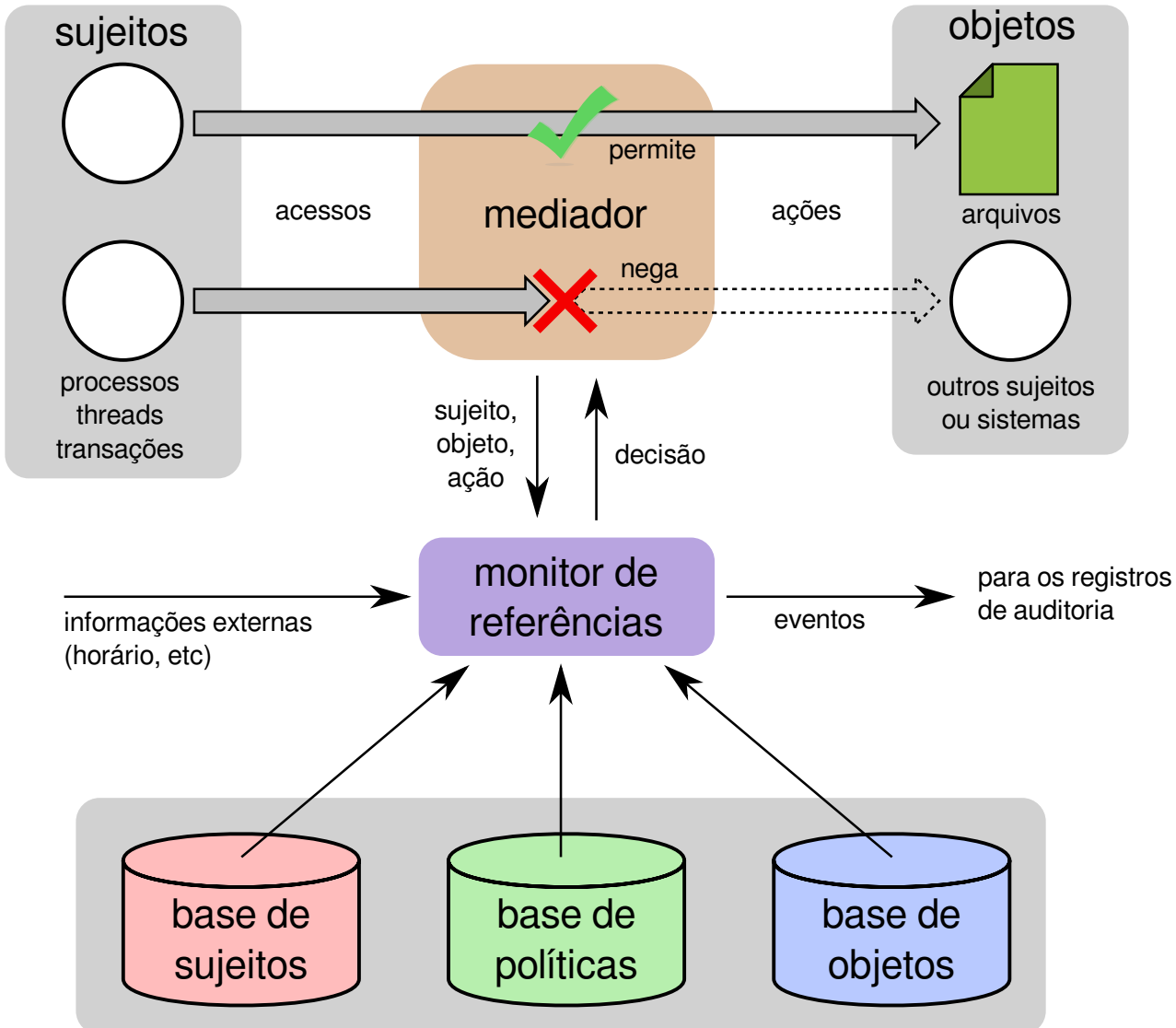
- independente da política de controle de acesso
- inviolável: impossível de adulterar ou enganar
- incontornável: deve mediar todos os acessos

Infraestrutura de controle de acesso

Elementos da infra-estrutura de controle de acesso:

- Base de sujeitos e objetos, com seus respectivos atributos
- Base de políticas de controle de acesso
- Monitor de referências: julga cada pedido de acesso
- Mediador (*Enforcer*): medeia os pedidos de acesso

Infraestrutura de controle de acesso



Controle de acesso em UNIX

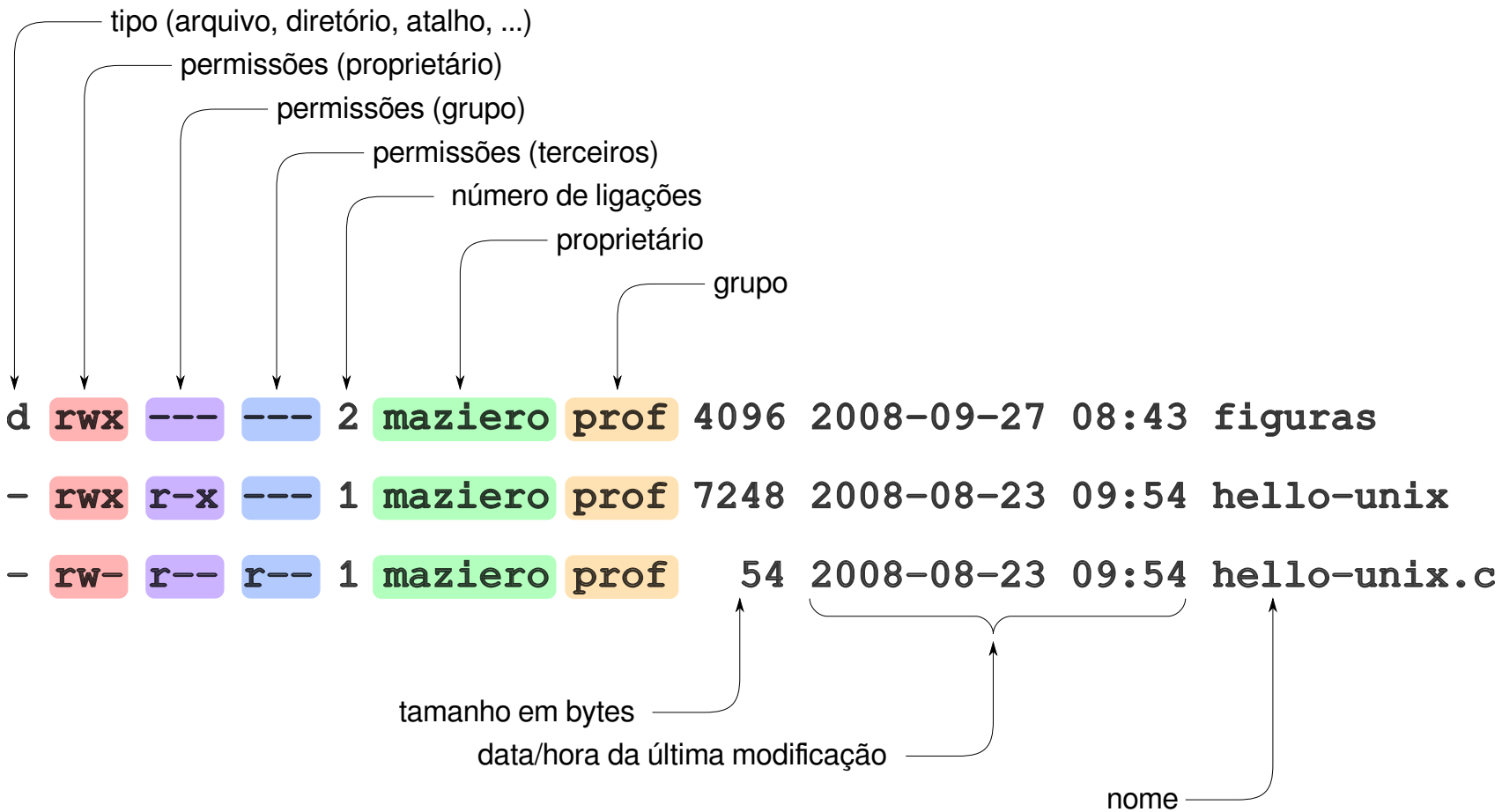
Controle de acesso em UNIX

Mecanismo tradicional: ACLs

- Três sujeitos: *user*, *group*, *others*
- Três possibilidades de acesso: *read*, *write*, *execute*
- Apenas 9 bits para definir as permissões básicas
- Aplicado somente na "abertura" do recurso

```
host:~> ls -l
d rwx --- --- 2 maziero prof    4096 2008-09-27 08:43 figuras
- rwx r-x --- 1 maziero prof    7248 2008-08-23 09:54 hello-unix
- rw- r-- r-- 1 maziero prof      54 2008-08-23 09:54 hello-unix.c
- rw- --- --- 1 maziero prof      59 2008-08-23 09:49 hello-windows.c
- rw- r-- r-- 1 maziero prof  195780 2008-09-26 22:08 main.pdf
- rw- --- --- 1 maziero prof   40494 2008-09-27 08:44 main.tex
```

Controle de acesso em UNIX



ACLs estendidas

Definidas no padrão POSIX 1003.1e

Permitem granularidade mais fina de controle de acesso

Adotadas na maioria dos sistemas UNIX (Linux, MacOS, etc.)

```
1  host:~> ll
2  -rw-r--r-- 1 maziero prof 24791 Jul 26 10:47 main.pdf
3
4  host:~> getfacl main.pdf
5  # file: main.pdf
6  # owner: maziero
7  # group: maziero
8  user::rw-
9  group::r--
10 other::r--
```

ACLs estendidas

```
1  host:~> setfacl -m diogo:rw,rafael:rw main.pdf
2
3  host:~> getfacl main.pdf
4  # file: main.pdf
5  # owner: maziero
6  # group: maziero
7  user::rw-
8  user:diogo:rw-
9  user:rafael:rw-
10 group::r--
11 mask::rw-
12 other::r--
```

Controle de acesso em Windows

Controle de acesso em Windows

Sujeitos:

- Sujeitos: computador, usuário, grupo ou domínio
- SID - *Security IDentifier*
- Cada sujeito recebe um *access token*, criado no login

Access Token (AT):

- Atribuido a um processo e herdado por seus filhos
- contém o SID do usuário e dos grupos aos quais pertence
- privilégios associados a ele (*reboot*, *debug*, etc)
- outras informações

Controle de acesso em Windows

Objetos:

- Arquivos, processos, serviços, chaves de registros
- Cada objeto está associado a um *Security Descriptor*

Security descriptor:

- Proprietário e o grupo primário do objeto
- DACL - *Discretionary ACL*
- SACL - *System ACL*
- Informações de controle diversas

DACL

DACL: *Discretionary ACL*

- Lista de regras de controle de acesso (ACEs)
- ACE: *Access Control Entry*:
  - Identificador de usuário ou grupo
  - Modo de autorização (positiva ou negativa)
  - Conjunto de permissões (ler, escrever, executar, etc)

SACL

SACL: *System ACL*

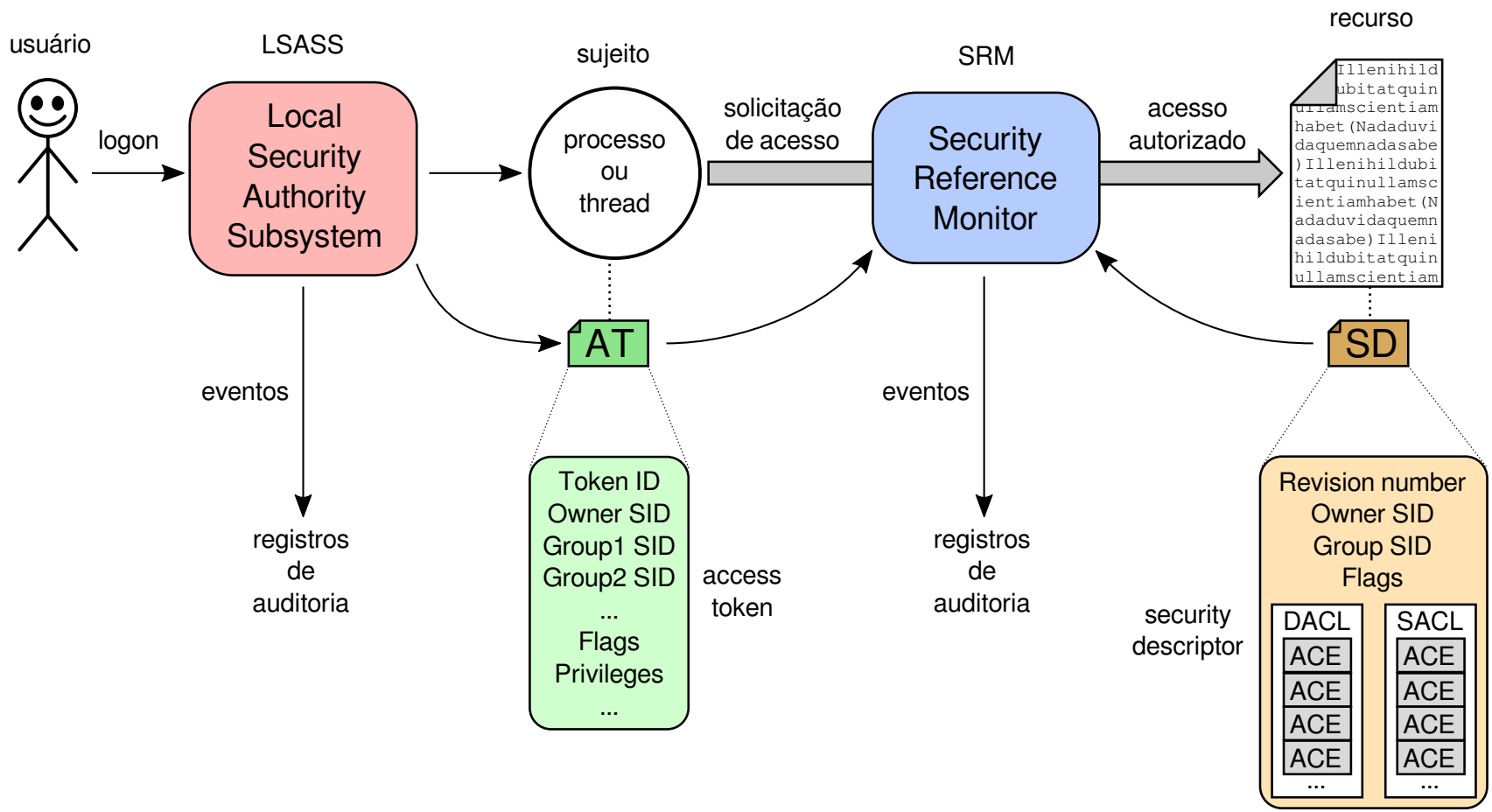
- Usada para fins de auditoria
- Define operações devem ser registradas nos logs
- Similar à estrutura das ACEs da DACL

Controle de acesso em Windows

Principais entidades:

- LSASS - *Local Security Authority Subsystem*:
  - Autenticação e início da sessão do usuário
  - Criação dos processos iniciais
  - Associa os processos a *access tokens* (AT)
- SRM - *Security Reference Monitor*:
  - Intermediação dos acessos aos recursos
  - Verificação das ACLs dos objetos
    - Compara o AT do sujeito com a DACL do objeto
    - Pode acionar mecanismo de resolução de conflitos

Controle de acesso em Windows



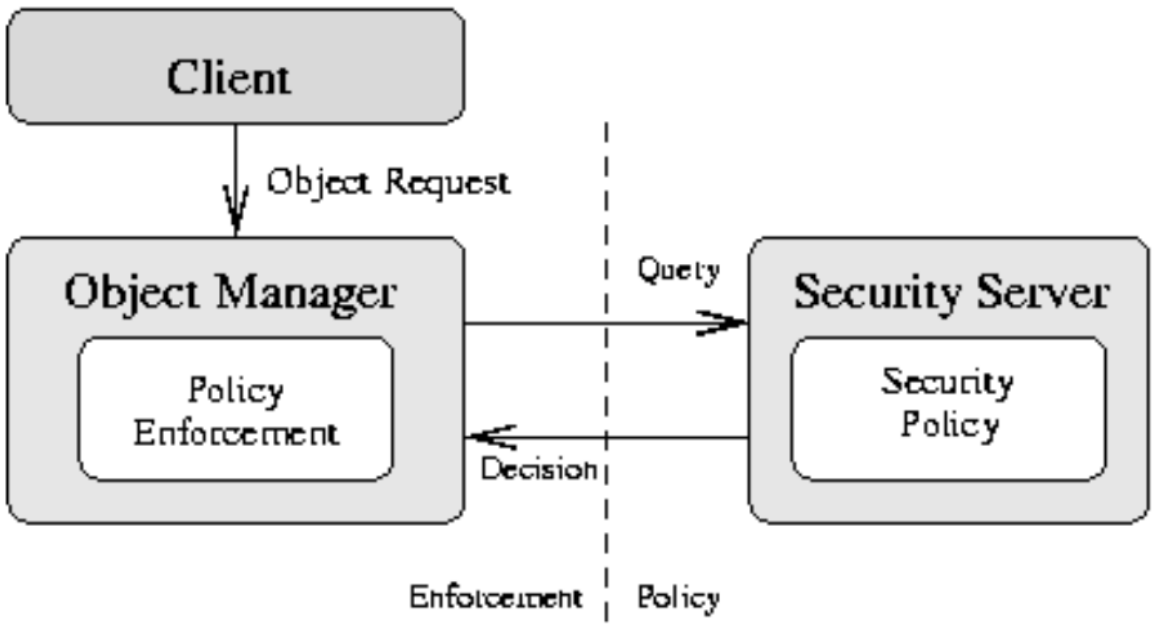
Outros mecanismos de controle de acesso

SELinux

- SELinux: *Security Enhanced Linux*
- Desenvolvido pela *National Security Agency* – USA
- Capaz de implementar políticas MLS e MCS
- Política default baseada em RBAC e DTE
- Complexo de gerenciar...

SELinux

Inspirado na arquitetura de segurança *Flask*

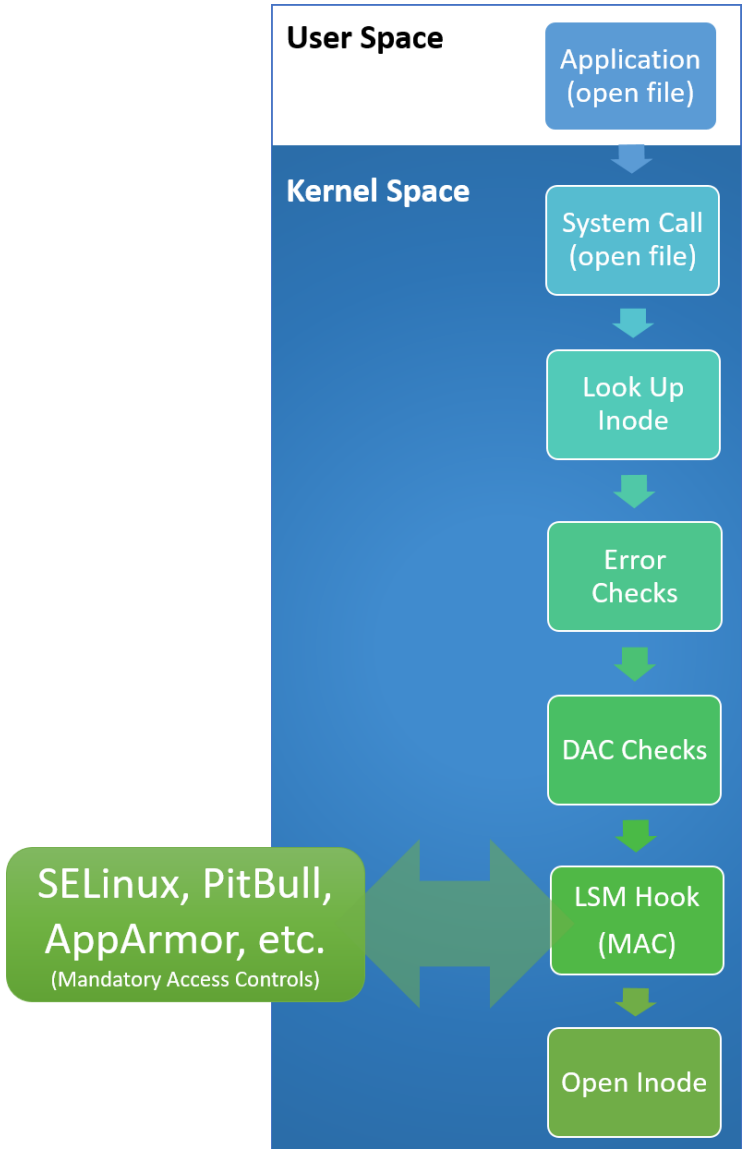


Fonte: *The Flask Security Architecture: System Support for Diverse Security Policies*. R. Spencer et al, USENIX Security Symposium, 1999.

SELinux

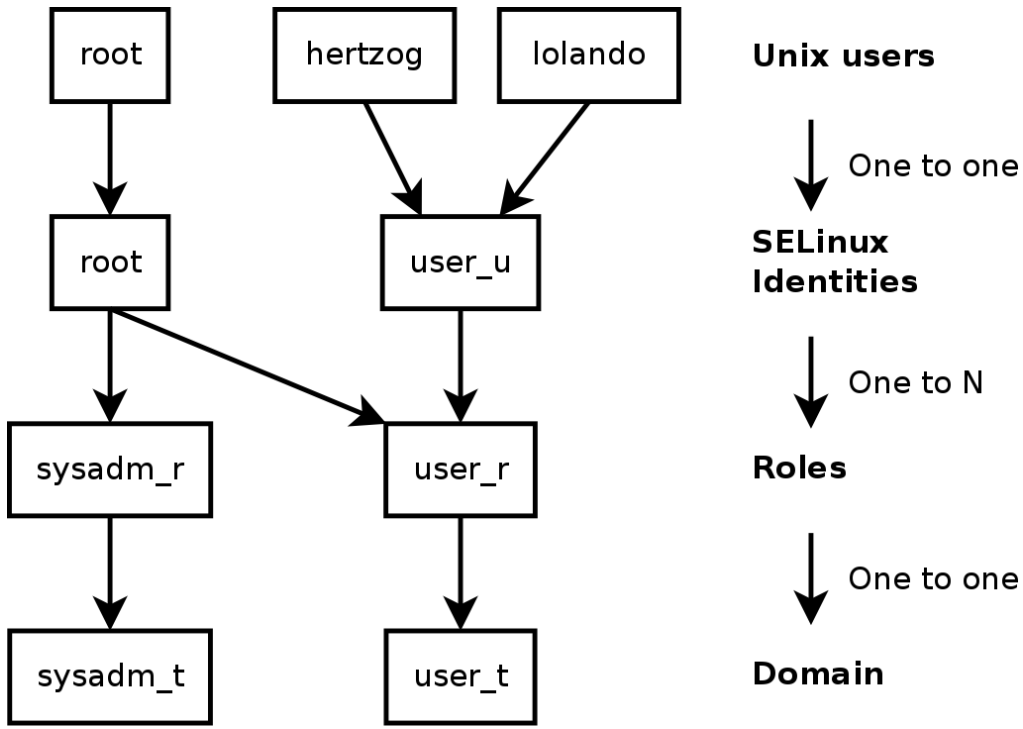
Usado em sistemas Linux e Android

Usa os "ganchos" LSM (*Linux Security Modules*)



Fonte: *PitBull and SELinux Mandatory Access Control Systems.* F. Caviggia, The MITRE Corporation, 2018.

SELinux



Fonte: *The Debian Administrator's Handbook*. R. Hertzog at al, Debian Project, 2015.

Windows MIC

MIC: *Mandatory Integrity Control*

Implementa o modelo MAC de Biba

Associa aos processos e recursos níveis de integridade:

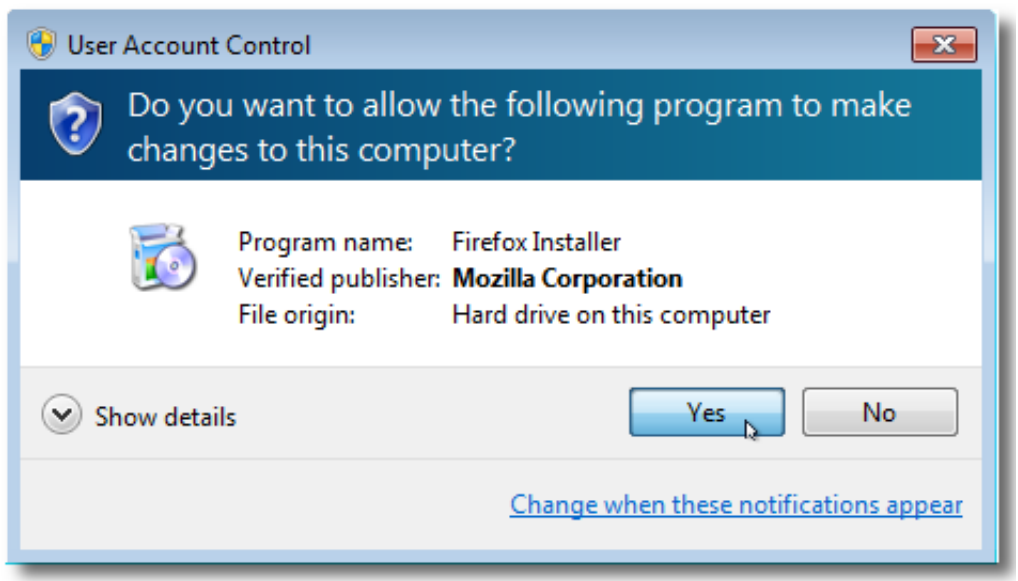
- *Low*: navegador Web e executáveis provindos da Internet
- *Medium*: processos normais dos usuários
- *High*: processos/usuários administrativos
- *System*: serviços do sistema

Windows UAC

UAC: *User Account Control*

Aplica uma política baseada em RBAC

Papéis administrativos só são ativados quando necessários



Trusted BSD

Implementa ACLs no padrão POSIX e capacidades POSIX

Suporta MAC: Bell LaPadula, Biba, categorias, DTE

Portado para o MacOS X (*MacOS X MAC Framework*)

Trusted Solaris

Multi-Level Security: níveis de segurança são associados aos recursos e usuários

Usa também domínios, implementados através de "compartimentos"

Um recurso associado a um determinado compartimento só pode ser acessado por sujeitos no mesmo compartimento (DTE)

Usa RBAC para organizar papéis de administração do sistema

Outros mecanismos

Mecanismos locais:

- AppArmor
- Capsicum
- Smack
- LOMAC
- PAX
- GRSecurity
- PolicyKit
- ...

Mecanismos distribuidos:

- OAuth
- XACML
- NGAC
- SAML
- PERMIS
- Apache Shiro
- Google Zanzibar
- ...

Mudança de privilégios

Mudança de privilégios

Processos são sujeitos que representam usuários:

- Cada processo herda as **credenciais** de seu pai
- Cada processo herda as **permissões** de seu pai
- Adequado para o uso normal do sistema

Entretanto, esse modelo não funciona caso o usuário precise:

- Instalar um novo programa
- Atualizar sua senha

Essas ações necessitam privilégios mais elevados!

Abordagens para mudança de privilégios

Usuários administrativos:

- Permissões administrativas para certos usuários
- Privilégios administrativos podem ser divididos
- Problemático se conta do usuário for comprometida

Exemplo: Windows XP

Abordagens para mudança de privilégios

Permissões (ou papéis) temporárias:

- Conceder permissão para realizar ação administrativa
- Permissão descartada pelo processo ao concluir a ação
- Permissões são associadas a papéis administrativos
- Ativação do papel pode impor reautenticação

Exemplo: infra-estrutura Windows UAC (*User Access Control*)

Abordagens para mudança de privilégios

Mudança de credenciais:

- Permitir que um processo mude de identidade
- É uma variante da cessão de permissões temporárias

Exemplo: flags `setuid` e `setgid` do UNIX

Abordagens para mudança de privilégios

Monitores:

- Processos privilegiados responsáveis pelas ações
- Recebem pedidos de processos não-privilegiados
- Pedidos dos processos são validados e atendidos
- Respeita o princípio da *separação de privilégios*

Exemplo: infra-estrutura *PolKit* do Desktop Linux

Flags SetUID e SetGID

Mecanismo para mudança de credenciais em sistemas UNIX

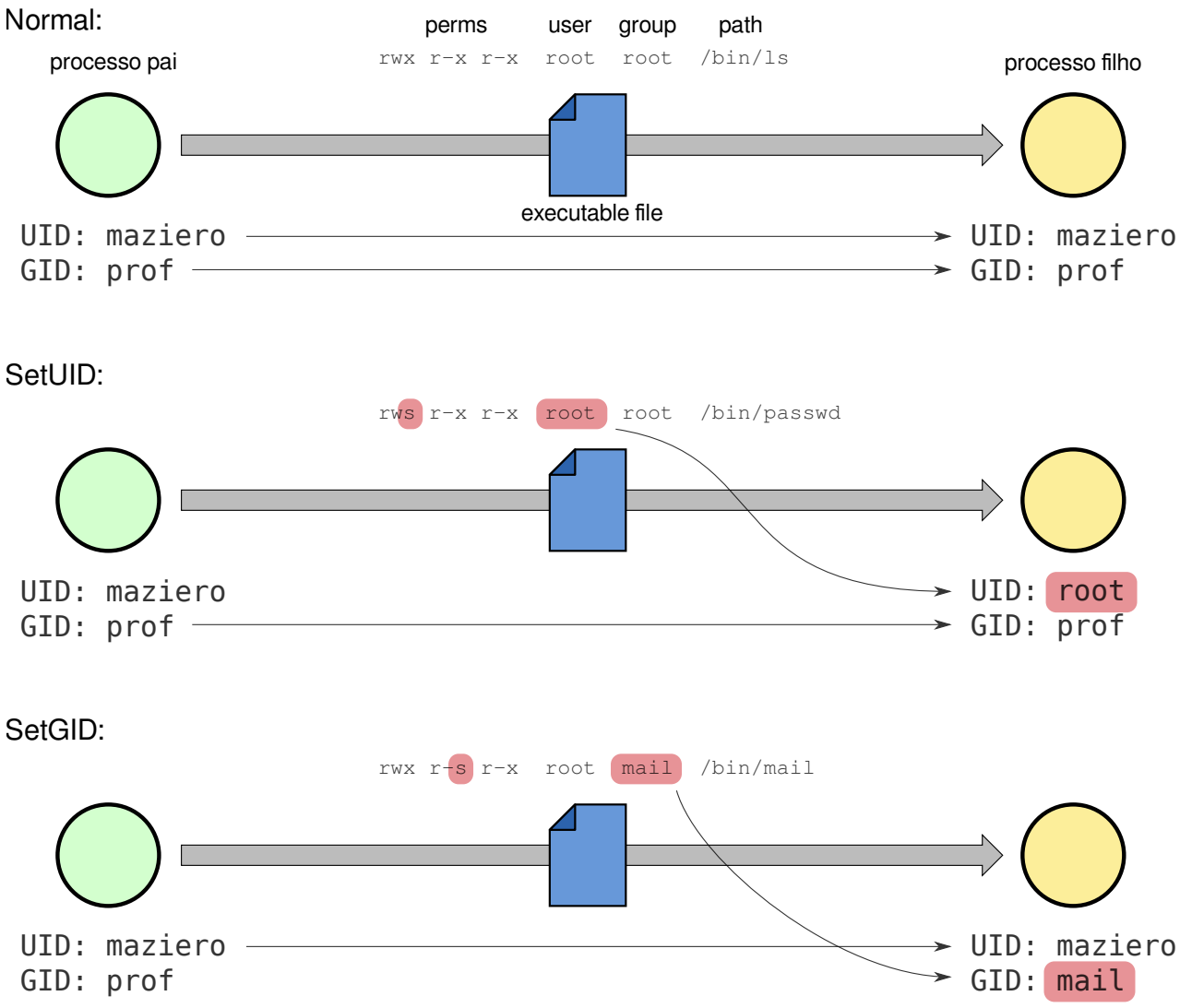
Aplicado às permissões de arquivos **executáveis**:

- Flag `setuid`: o processo herda a credencial do **proprietário** do arquivo executável
- Flag `setgid`: o processo herda a credencial do **grupo**

Os flags são ajustados usando o comando `chmod`:

- `chmod u+s programa.exe`
- `chmod g+s programa.exe`

Flags setuid e setgid



Flags setuid e setgid

Muito usados em programas administrativos no UNIX (troca de senha, agendamento de tarefas, etc)

Vantagens:

- Simplicidade do conceito
- Implementação eficiente

Problemas:

- O processo filho recebe **todos** os privilégios!
  $\longrightarrow$ violação do princípio do privilégio mínimo
- Um executável com bugs pode comprometer o sistema

Privilégios POSIX

Do inglês *POSIX Capabilities* (mas **não são** capacidades!)

Alternativa mais segura aos flags `setuid` e `setgid`

Poder do super-usuário é fracionado:

- dividido em pequenos privilégios específicos
- Geralmente associados a ações administrativas
- um processo pode receber apenas alguns privilégios
- Podem ser ativados/desativados pelo processo

Privilégios POSIX

- `CAP_CHOWN`: alterar o proprietário de qualquer arquivo
- `CAP_USER_DEV`: abrir dispositivos em `/dev`
- `CAP_USER_FIFO`: usar *pipes* (comunicação)
- `CAP_USER_SOCK`: abrir *sockets* de rede
- `CAP_NET_BIND_SERVICE`: abrir portas de rede (< 1024)
- `CAP_NET_RAW`: abrir *raw sockets*
- `CAP_KILL`: enviar sinais para processos de outros usuários
- ... (outros +30 privilégios)

Privilégios POSIX

Três conjuntos de privilégios por processo:

- **Permitidos** (P): aqueles que o processo pode ativar
- **Efetivos** (E): aqueles ativados no momento ($E \subseteq P$)
- **Herdáveis** (H): transmitidos aos processos-filhos (($E \subseteq P$)

Podem ser atribuídos aos executáveis em disco:

- Substituem os flags `setuid` e `setgid`
- O novo processo recebe um conjunto de privilégios calculado a partir dos privilégios atribuídos ao executável e aqueles herdados do processo-pai

Exemplo: o comando `ping`

Ping: verifica acessibilidade de *hosts* na rede

```
$ ping www.ufpr.br
PING web.ufpr.br (200.17.209.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from web.ufpr.br (200.17.209.3): icmp_seq=1 ttl=61 time=0.354 ms
64 bytes from web.ufpr.br (200.17.209.3): icmp_seq=2 ttl=61 time=0.396 ms
64 bytes from web.ufpr.br (200.17.209.3): icmp_seq=3 ttl=61 time=0.659 ms
64 bytes from web.ufpr.br (200.17.209.3): icmp_seq=4 ttl=61 time=0.696 ms
64 bytes from web.ufpr.br (200.17.209.3): icmp_seq=5 ttl=61 time=1.51 ms
^C
--- web.ufpr.br ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4075ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.354/0.724/1.517/0.419 ms
```

Exemplo: o comando `ping`

Para funcionar, `ping` precisa abrir *raw socket* (ICMP)

Somente o *root* pode abrir um *raw socket*

Solução: `ping` executa com o bit *SetUID* ativo

```
$ ls -l /bin/ping
-rwsr-xr-x 1 root root 64424 jun 28 08:05 /bin/ping
```

Problema: violação do princípio do **privilégio mínimo**!

Exemplo: o comando `ping`

Solução melhor: usar privilégios POSIX

a) desativar bit *SetUID*:

```
$ sudo chmod u-s /bin/ping

$ ping www.ufpr.br
ping: socket: Operation not permitted
```

b) ativar privilégio para abrir *raw sockets*:

```
$ setcap cap_net_raw=ep /bin/ping
```