

# Sistemas Operativos

Licenciatura Engenharia Informática  
Licenciatura Engenharia Computacional

Ano letivo 2023/2024

Nuno Lau (nunolau@ua.pt)

## • Sistema de Ficheiros FAT32

### • Organização do disco

- Boot sector (boot loader, partition table, BIOS parameter block, etc.)
- 2 cópias da FAT
- Zona de dados (diretoria raiz no início da zona de dados)

### • Como encontrar conteúdo de um ficheiro?

- Cluster inicial indicado na entrada de diretoria
- Clusters seguintes **numa lista ligada** através da FAT

### • FAT { File Allocate Table

- Array de números de clusters (cada um com 32 bits)
- Para cada cluster indica:
  - Cluster seguinte; Final ou Livre

Cluster lógico ≠ Cluster físico  
 → Ordenados virtualmente por ficheiros → No disco, não estão organizados por ficheiros

### • Diretorias

- Constituídas por entradas de diretoria de tamanho fixo
- Entradas definem nome e metadados de ficheiros e diretorias
- Entradas definem cluster inicial

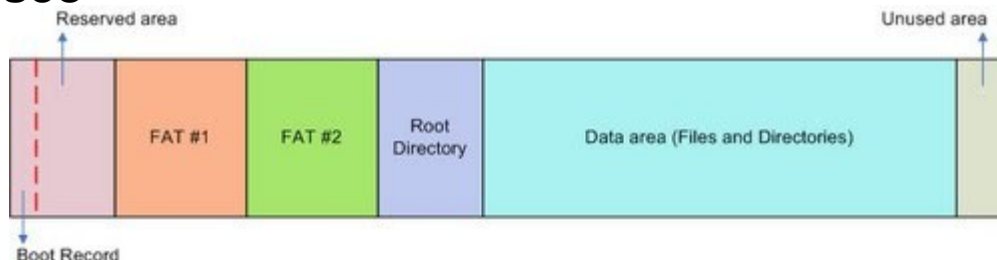
Cluster lógico: 1, 2, 3  
 desde ficheiro  
Para guardar o: FILE: 5, 7, 10  
 0x5, 0x7, 0xA



# FAT32

## Sistema de Ficheiros FAT32

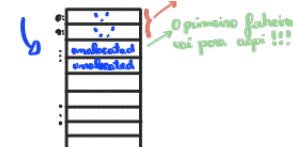
### Disco



Em cada diretoria temos sempre:

ls -la  
 . ← atual  
 .. ← exterior

Ao formatar o PC:



Exemplo:

Disco: 1TB =  $2^{40}$  B

Ex:  $2^{28}$  clusters  $\Rightarrow \frac{2^{40}}{2^{12}} = 2^{12} = 4 \text{ KB}$

### FAT

XXXXXXXX	XXXXXXXX	00000009	00000004
00000005	00000007	00000000	00000008
FFFFFFFF	0000000A	0000000B	00000011
0000000D	0000000E	FFFFFFFF	00000010
00000012	FFFFFFFF	00000013	00000014
00000015	00000016	FFFFFFFF	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000
00000000	00000000	00000000	00000000

Root Directory:  
2, 9, A, B, 11

File #1:  
3, 4, 5, 7, 8

File #2:  
C, D, E

File #3:  
F, 10, 12, 13, 14, 15, 16

Para criar um ficheiro:  
 → encontrar um cluster "unlocated"  
 → escrever na tabela o prox/ou indicações  
 → escrever na memória desse cluster o file

### Entrada de diretoria

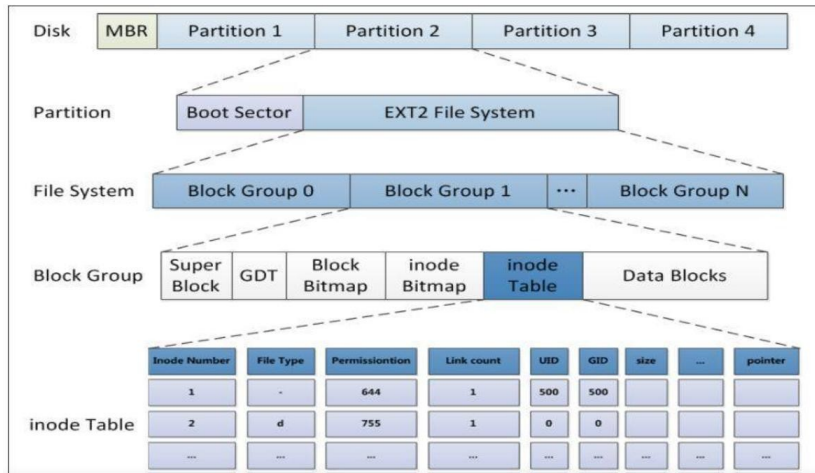
#### Root Directory SFN Entry Data Structure

Bytes	Purpose
0	First character of file name (ASCII) or allocation status (0x00=unallocated, 0xe5=deleted)
1-10	Characters 2-11 of the file name (ASCII); the "." is implied between bytes 7 and 8
11	File attributes (see File Attributes table)
12	Reserved
13	File creation time (in tenths of seconds)*
14-15	Creation time (hours, minutes, seconds)*
16-17	Creation date*
18-19	Access date*
20-21	High-order 2 bytes of address of first cluster (0 for FAT12/16)*
22-23	Modified time (hours, minutes, seconds)
24-25	Modified date
26-27	Low-order 2 bytes of address of first cluster
28-31	File size (0 for directories)

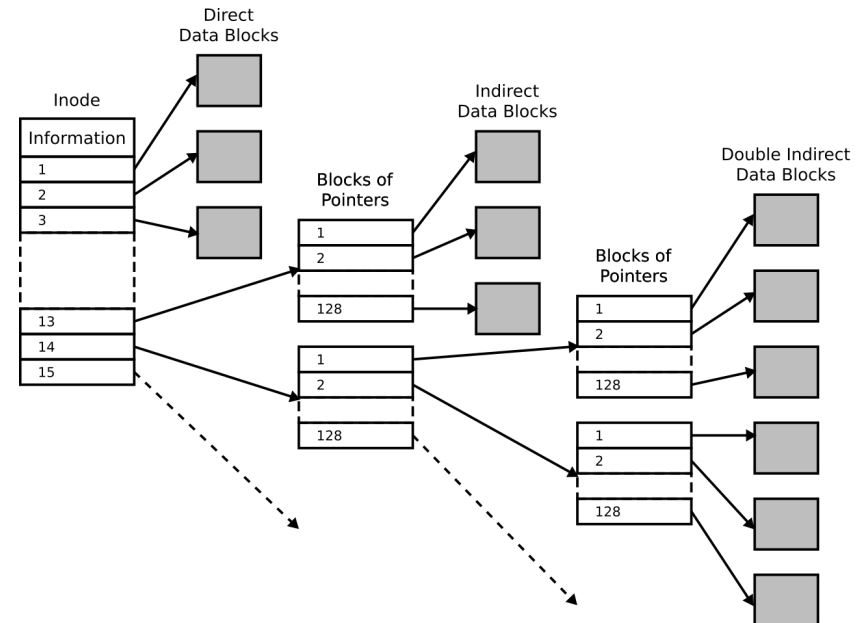
→ Nomes com 8 bytes!

# Sistema de ficheiros ext2

## Disco



## inode



# Alguns Sistemas de Ficheiros

File System	Operating System
NTFS	Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server, Windows 2008, Windows Vista, Windows 7
NTFS5	Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server, Windows 2008, Windows Vista, Windows 7, 8, 10, 11
exFAT	Windows CE 6.0, Windows Vista SP1, Windows 7, WinXP+KB955704
FAT32	DOS 7.0 and higher, Windows 98, Windows ME, Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003, 2008, 2012, 2016, 2019, 2022, Windows Vista, Windows 7, 8, 10, 11
FAT16	DOS, All versions of Microsoft Windows
FAT12	DOS, All versions of Microsoft Windows

[http://www.ntfs.com/ntfs\\_vs\\_fat.htm](http://www.ntfs.com/ntfs_vs_fat.htm) (com modificações)

# Limitações de Sistemas de Ficheiros

	NTFS5	NTFS	exFAT	FAT32	FAT16	FAT12
Max Volume Size	$2^{64}$ clusters – 1 cluster	$2^{32}$ clusters – 1 cluster	128PB	32GB for all OS, 2TB for some OS	2GB for all OS, 4GB for some OS	16MB
Max Files on Volume	4,294,967,295 ( $2^{32} - 1$ )	4,294,967,295 ( $2^{32} - 1$ )	Nearly Unlimited	4194304	65536	
Max File Size	$2^{64}$ bytes (16 ExaBytes) minus 1KB	$2^{44}$ bytes (16 TeraBytes) minus 64KB	16EB	4GB minus 2 Bytes	2GB (Limit Only by Volume Size)	16MB (Limit Only by Volume Size)
Max Clusters Number	$2^{64}$ clusters – 1 cluster	$2^{32}$ clusters – 1 cluster	4294967295	4177918	65520	4080
Max File Name Length	Up to 255	Up to 255	Up to 255	Up to 255	Standard - 8.3 Extended - up to 255	Up to 254

[http://www.ntfs.com/ntfs\\_vs\\_fat.htm](http://www.ntfs.com/ntfs_vs_fat.htm) (com modificações)

# Características de Sistemas de Ficheiros

	NTFS5	NTFS	exFAT	FAT32	FAT16	FAT12
Unicode File Names	Unicode Character Set	Unicode Character Set	Unicode Character Set	System Character Set	System Character Set	System Character Set
System Records Mirror	MFT Mirror File	MFT Mirror File	No	Second Copy of FAT	Second Copy of FAT	Second Copy of FAT
Boot Sector Location	First and Last Sectors	First and Last Sectors	Sectors 0 to 11 Copy in 12 to 23	First Sector and Copy in Sector #6	First Sector	First Sector
File Attributes	Standard and Custom	Standard and Custom	Standard Set	Standard Set	Standard Set	Standard Set
Alternate Streams	Yes	Yes	No	No	No	No
Compression	Yes	Yes	No	No	No	No
Encryption	Yes	No	No	No	No	No
Object Permissions	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Disk Quotas	Yes	No	No	No	No	No
Sparse Files	Yes	No	No	No	No	No
Reparse Points	Yes	No	No	No	No	No
Volume Mount Points	Yes	No	No	No	No	No

# Desempenho de Sistemas de Ficheiros

	NTFS5	NTFS	exFAT	FAT32	FAT16	FAT12
Built-In Security	Yes	Yes	Yes minimal ACL only	No	No	No
Recoverability	Yes	Yes	Yes if TFAT activated	No	No	No
Performance	Low on small volumes High on Large	Low on small volumes High on Large	High	High on small volumes Low on large	Highest on small volumes Low on large	High
Disk Space Economy	Max	Max	Max	Average	Minimal on large volumes	Max
Fault Tolerance	Max	Max	Yes if TFAT activated	Minimal	Average	Average



# Limitações de Sistemas de Ficheiros

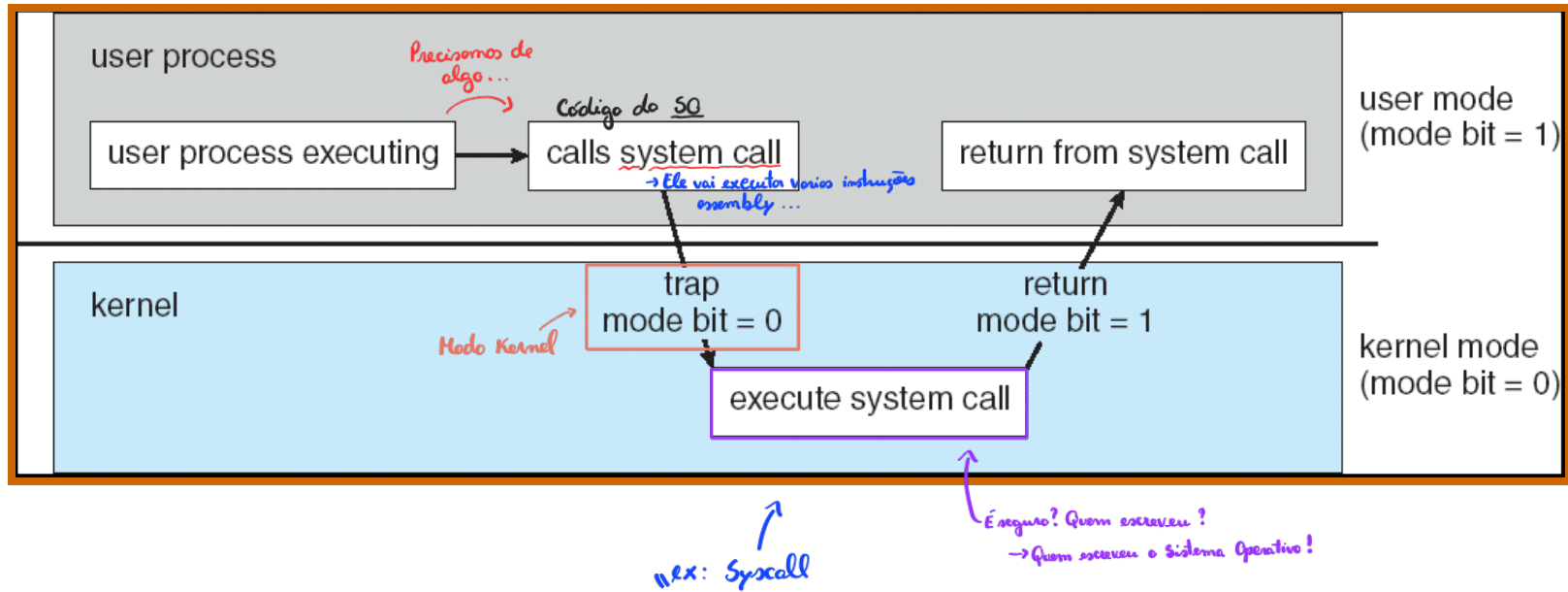
Features	Ext2	Ext3	Ext4
Individual file size	16GB-2TB	16GB-2TB	16GB-16TB
Volume file system size	4TB-32TB	4TB-32TB	4TB-1EB
Default inode size	128 bytes	128 bytes	256 bytes
Time Stamp	No support	Second	Nanosecond
Defragmentation	No	No	Yes
Directory Indexing	Disabled	Disabled	Enabled
Multiple Block Allocation	Basic	Basic	Advanced
Preallocation	No	In-core reservation	For extent file
Delayed Allocation	No	No	Yes

- De modo a garantir a segurança do sistema, a maioria dos SOs podem executar em 2 modos:
  - **Modo de utilizador** → Para os processos não escreverem por cima
    - Com restrições de segurança
    - Acesso a certas instruções e zonas de memória e dispositivos estão interditos
  - **Modo de kernel** → Modo super utilizador (root)
    - Sem restrições de segurança
    - Pode executar todas as instruções e acessos
    - Instruções privilegiadas
  - Chamadas ao sistemas providenciam uma forma segura de alternar entre os 2 modos → Isto tem de ser de forma segura ...

\_syscall → feito pelo hardware/ou instruções assembly

→ dentro do SO  
→ em modo kernel

# Modos de operação



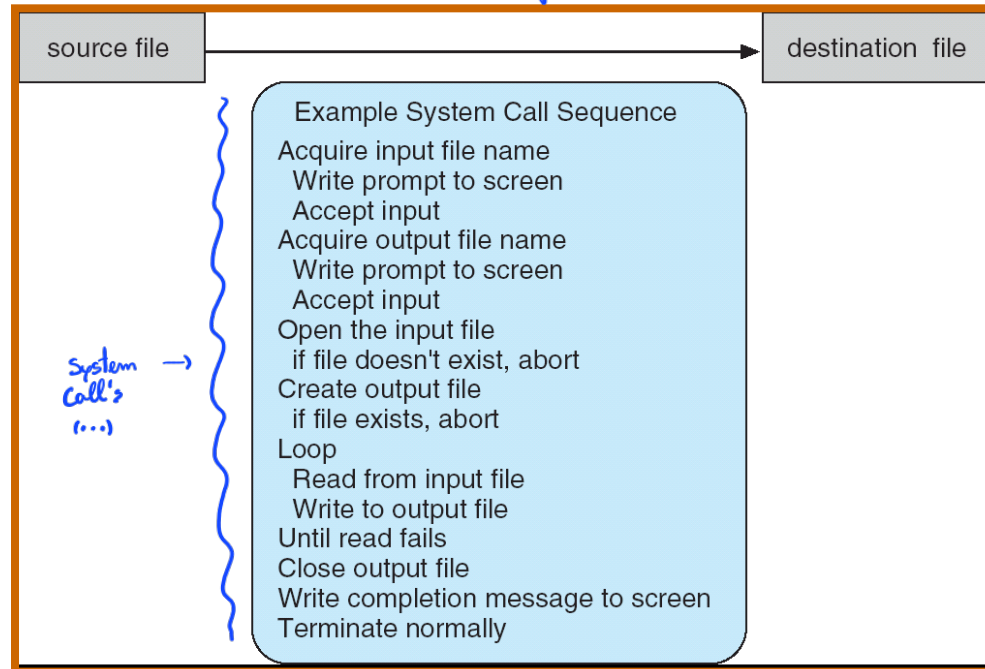
- Interface para acesso aos serviços do SO
- Tipicamente escrita numa linguagem de alto nível *Java, C, Python (...)*
- Programas usam, em geral, uma API para acesso a *system calls* em vez de utilização direta
- As 3 APIs mais comuns são:
  - **Win64 (Win32) API** para Windows *É mais simples do que fazer um System Call*
  - **POSIX API** para sistemas baseados em POSIX (UNIXs, Mac OS X)
  - **Java API** para a *Java Virtual Machine*
- Qual a razão de usar API em vez de usar a *system call* diretamente? *→ Muito mais prático, sem os endereços (fácil de implementar, fácil de depurar, fácil de manter)*

*Windows 32bits VS Windows 64bits*

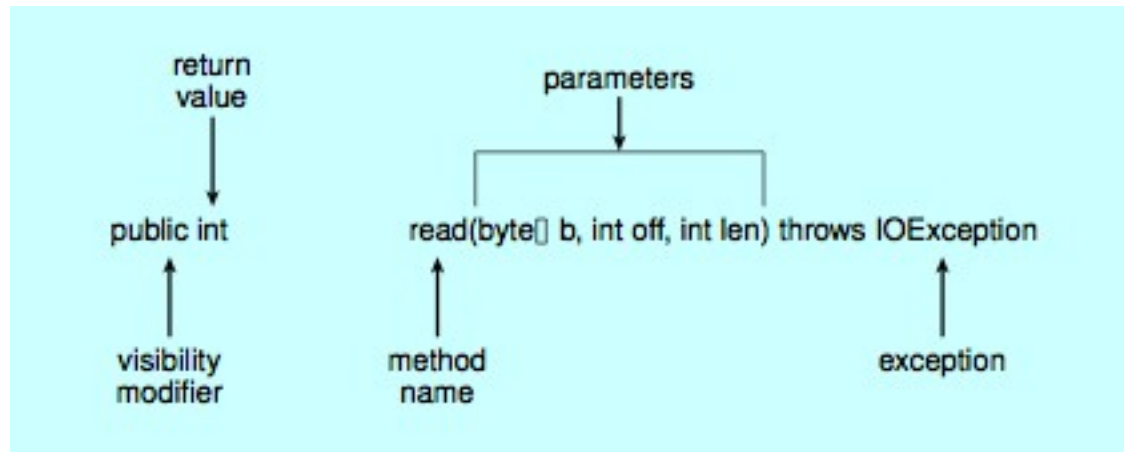
*→ pointers com 32 vs 64 bits*

# Chamadas ao Sistema

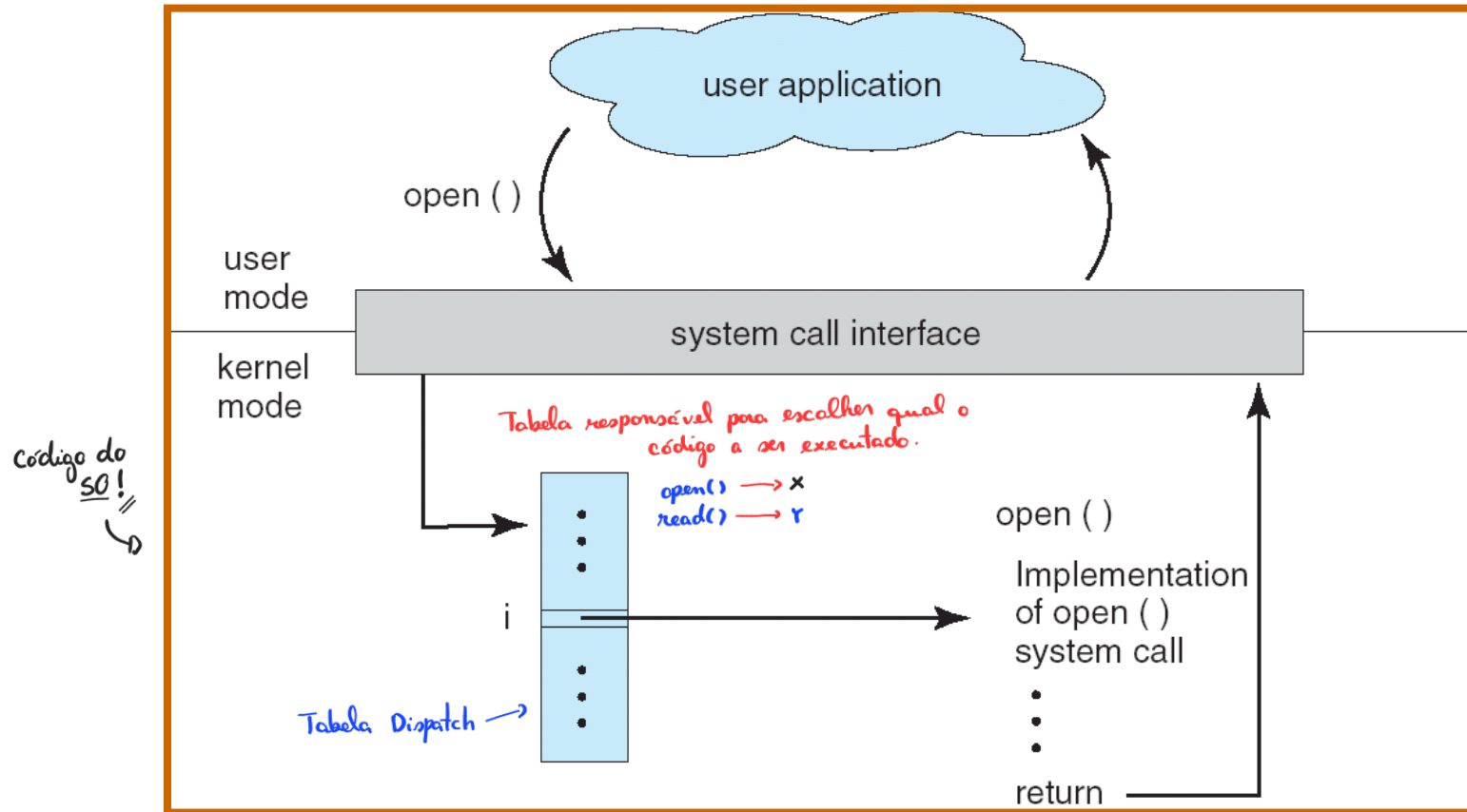
*Para copiar um ficheiro !*



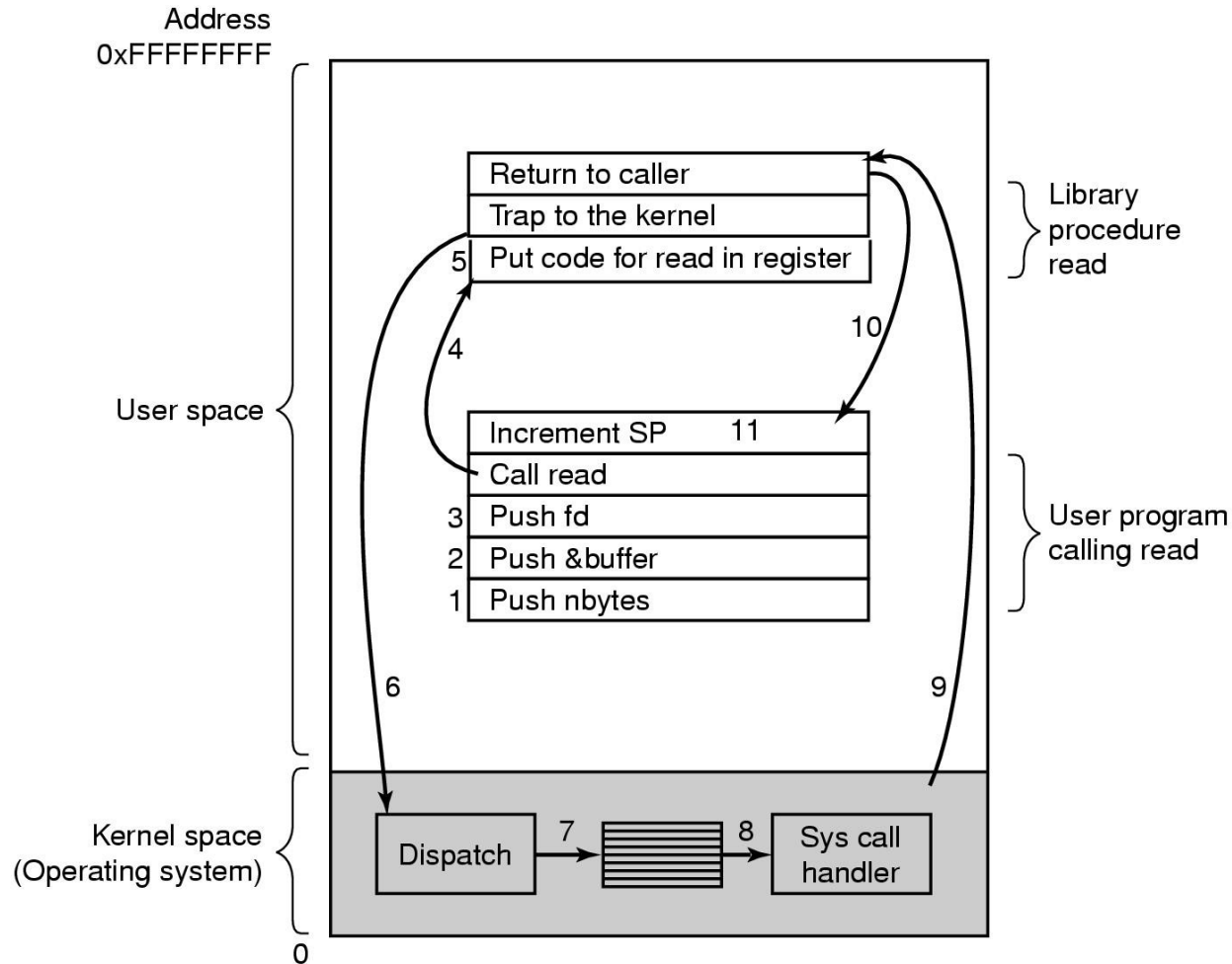
- Exemplo: Java read()  
*Utilize System Call's*



# Chamadas ao Sistema



# Chamadas ao Sistema





- Unix: Ficheiros **passwd**, **group**, **shadow** e **gshadow**
  - **passwd**
    - Base de dados de utilizadores
    - 1 linha por utilizador, campos separados por “:”
  - **group**
    - Base de dados de grupos
  - **shadow**, **gshadow**
    - Sem permissões de leitura para utilizadores normais
    - Passwords encriptadas de utilizadores e grupos