Capítulo 6

Sistemas de Arquivos

6.1 Arquivos
6.2 Diretórios
6.3 Implementação do sistema de arquivos
6.4 Exemplos de sistemas de arquivos

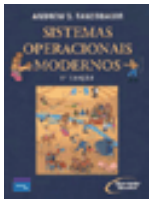
Armazenamento da Informação a Longo Prazo

1. Deve ser possível armazenar uma quantidade muito grande de informação

2. A informação deve sobreviver ao término do processo que a usa

3. Múltiplos processos devem ser capazes de acessar a informação concorrentemente

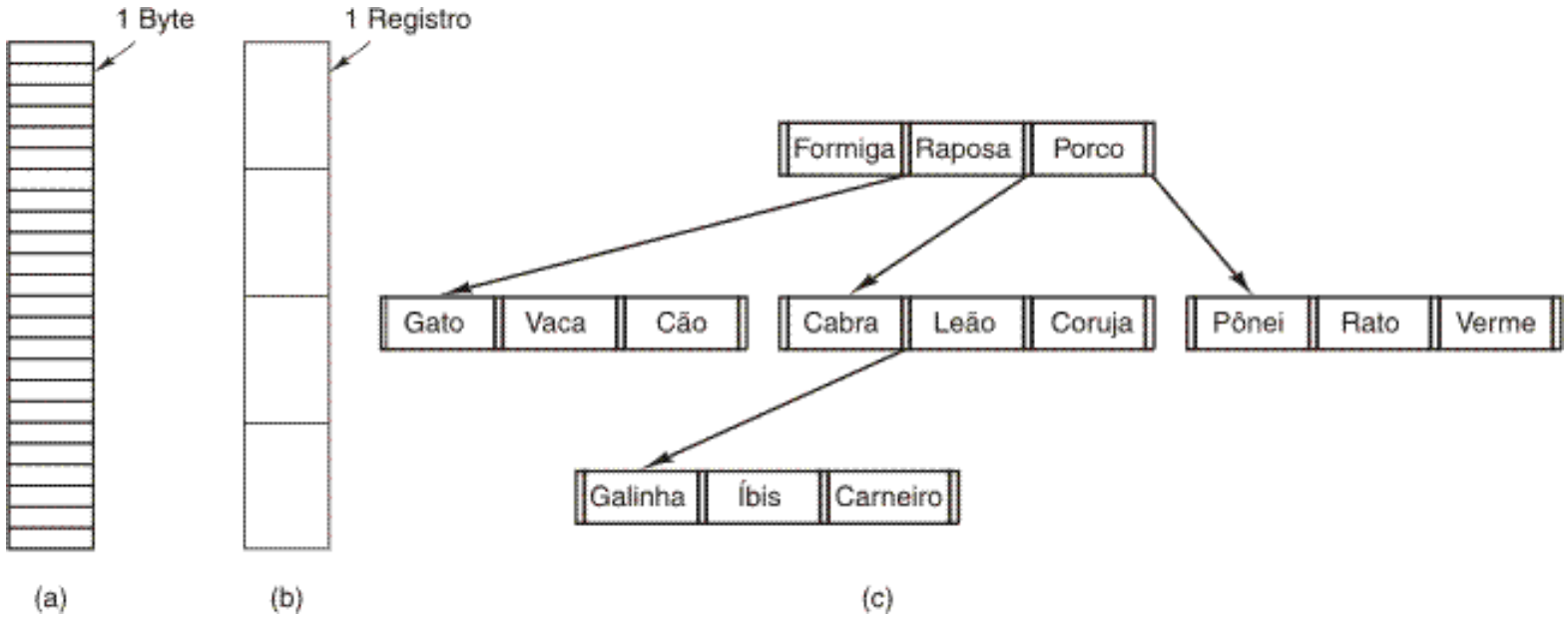
Nomeação de Arquivos



Extensão	Significado
file.bak	Arquivo de cópia de segurança
file.c	Programa fonte em C
file.gif	Imagem no formato de intercâmbio gráfico da Compuserve (graphical interchange format)
file.hlp	Arquivo de auxílio
file.html	Documento da World Wide Web em Linguagem de Marcação de Hipertexto (*hypertext markup language* — HTML)
file.jpg	Imagem codificada com o padrão JPEG
file.mp3	Música codificada no formato de áudio MPEG — camada 3
file.mpg	Filme codificado com o padrão MPEG
file.o	Arquivo-objeto (saída do compilador, ainda não ligado)
file.pdf	Arquivo no formato portátil de documentos (portable document format — PDF)
file.ps	Arquivo no formato PostScript
file.tex	Entrada para o programa de formatação TEX
file.txt	Arquivo de textos
file.zip	Arquivo comprimido

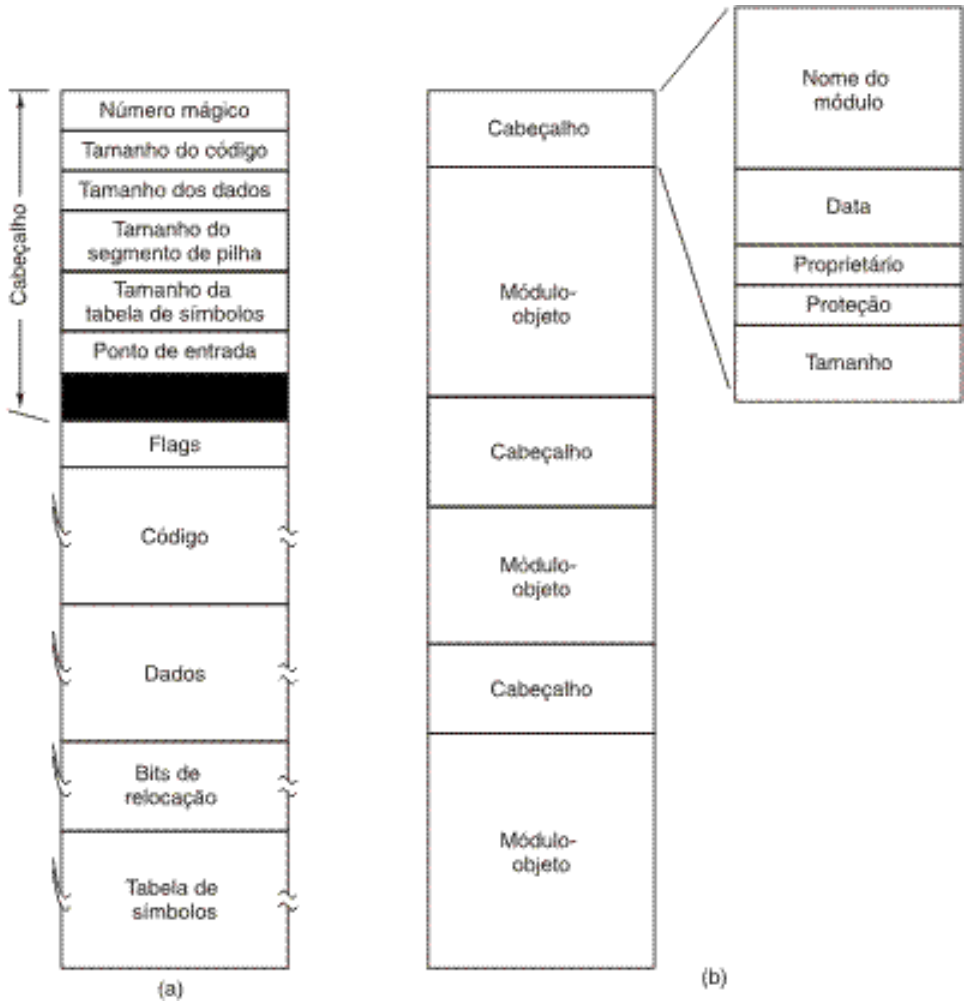
Extensões típicas de arquivos

Estrutura de Arquivos



- Três tipos de arquivos
  a) seqüência de bytes
  b) seqüência de registros
  c) árvore

Tipos de Arquivos



(a) Um arquivo executável (b) Um repositório *(archive)*

Acesso aos Arquivos

- Acesso sequencial
  - lê todos os bytes/registros desde o início
  - não pode saltar ou ler fora de seqüência
  - conveniente quando o meio era a fita magnética
- Acesso aleatório
  - bytes/registros lidos em qualquer ordem
  - essencial para sistemas de bases de dados
  - ler pode ser …
    - mover marcador de arquivo (seek), e então ler ou …
    - ler e então mover marcador de arquivo

Atributos de Arquivos

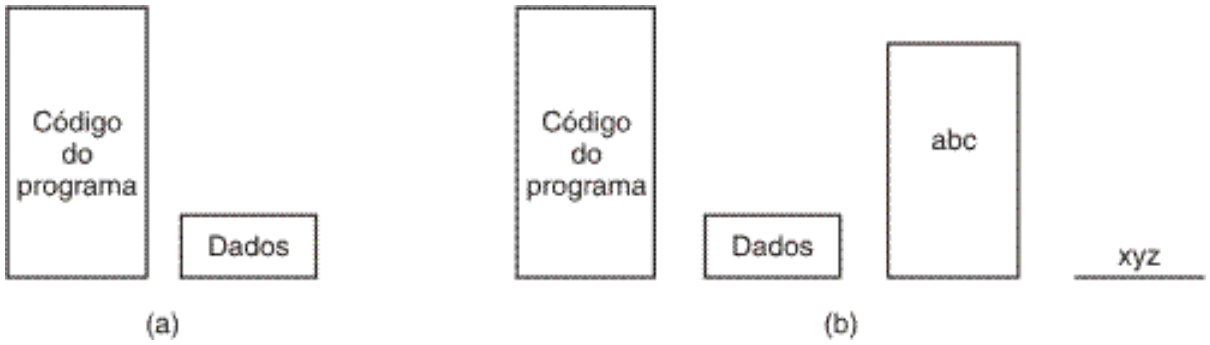
Atributo	Significado
Proteção	Quem pode ter acesso ao arquivo e de que maneira
Senha	Senha necessária para ter acesso ao arquivo
Criador	ID da pessoa que criou o arquivo
Proprietário	Atual proprietário
Flag de apenas para leitura	0 para leitura/escrita; 1 se apenas para leitura
Flag de oculto	0 para normal; 1 para não exibir nas listagens
Flag de sistema	0 para arquivos normais; 1 para arquivos do sistema
Flag de repositório (*archive*)	0 se foi feita cópia de segurança; 1 se precisar fazer cópia de segurança
Flag ASCII/binário	0 para arquivo ASCII; 1 para arquivo binário
Flag de acesso aleatório	0 se apenas para acesso seqüencial; 1 para acesso aleatório
Flag de temporário	0 para normal; 1 para remover o arquivo na saída do processo
Flag de impedimento	0 para desimpedido; diferente de zero para impedido
Tamanho do registro	Número de bytes em um registro
Posição da chave	Deslocamento da chave dentro de cada registro
Tamanho da chave	Número de bytes no campo-chave
Momento da criação	Data e horário em que o arquivo foi criado
Momento do último acesso	Data e horário do último acesso ao arquivo
Momento da última mudança	Data e horário da última mudança ocorrida no arquivo
Tamanho atual	Número de bytes no arquivo
Tamanho máximo	Número de bytes que o arquivo pode vir a ter

Possíveis atributos de arquivos

Operações com Arquivos

1. Create
2. Delete
3. Open
4. Close
5. Read
6. Write
7. Append
8. Seek
9. Get attributes
10. Set Attributes
11. Rename

Arquivos Mapeados em Memória



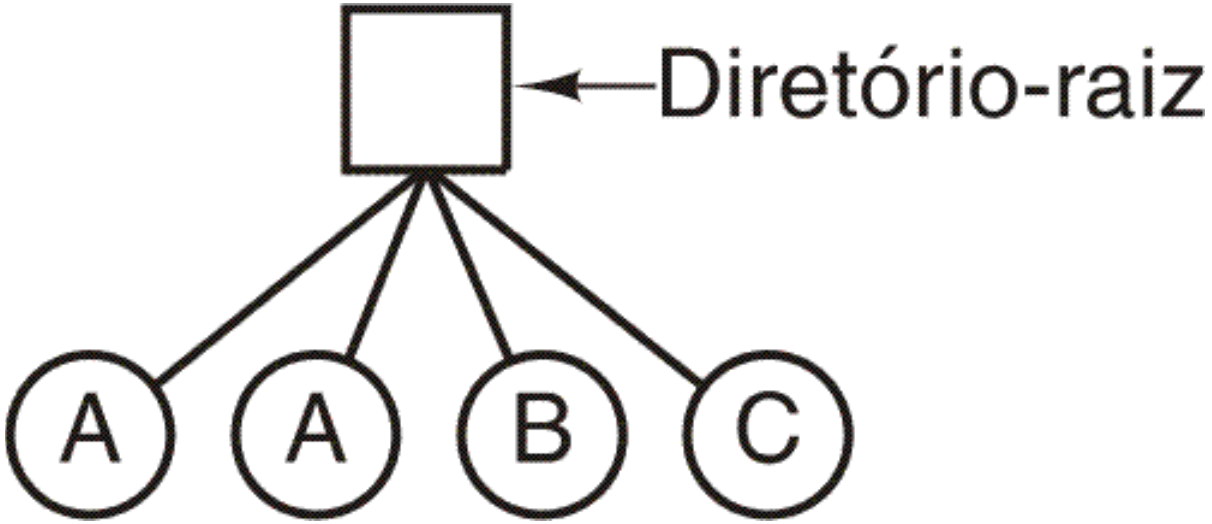
(a) Um processo segmentado antes de mapear arquivos em seu espaço de endereçamento

(b) Processo depois do mapeamento

arquivo *abc* existente em um segmento

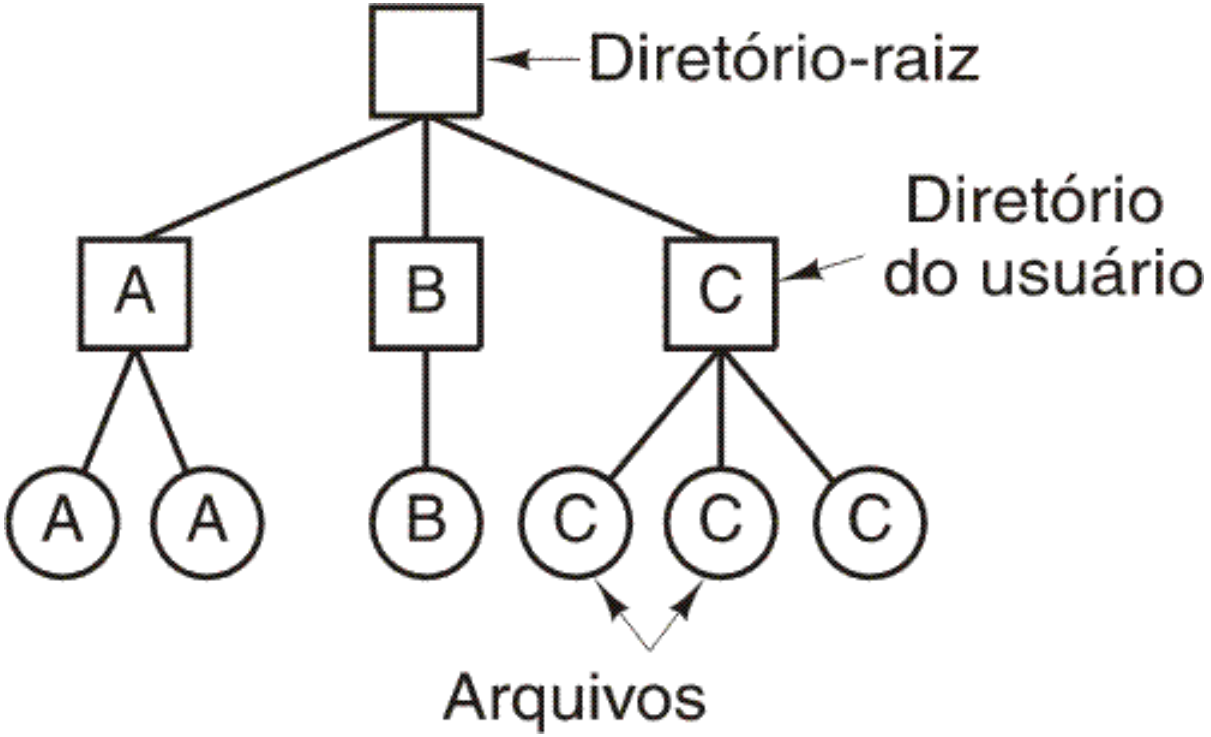
criando novo segmento para *xyz*

Diretórios
Sistemas de Diretório em Nível Único



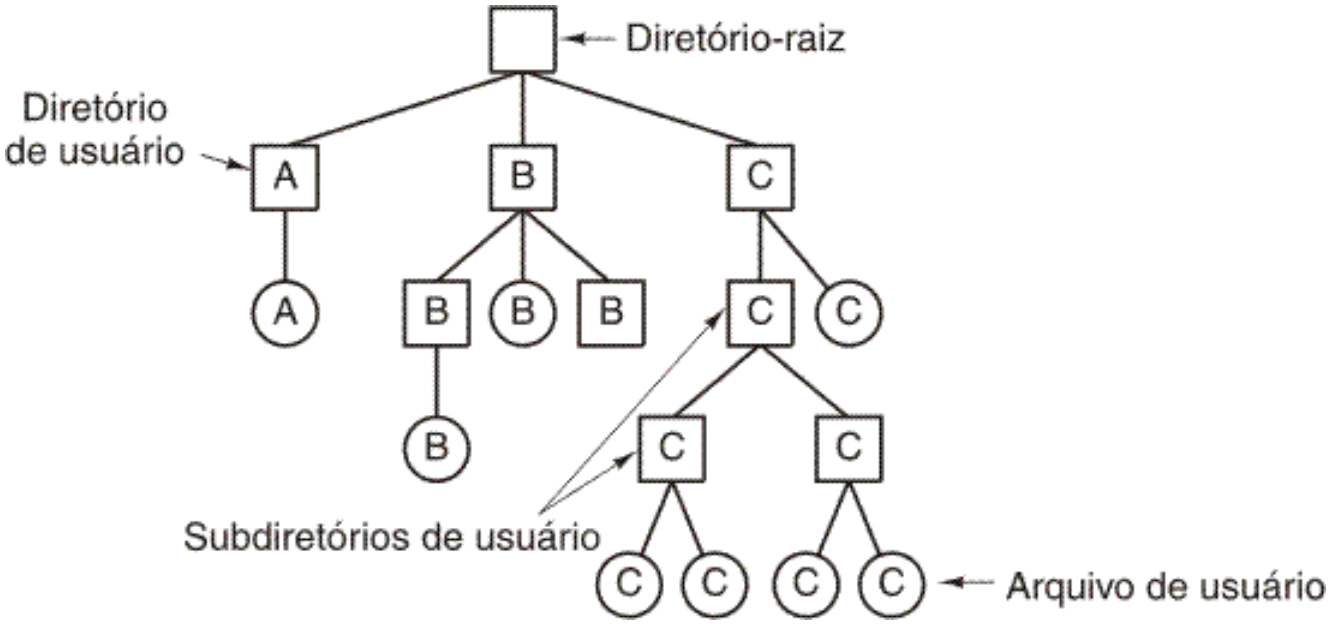
- Um sistema de diretório de nível único
  - contém 4 arquivos
  - propriedades de 3 pessoas diferentes, A, B, e C

Sistemas de Diretórios em Dois Níveis



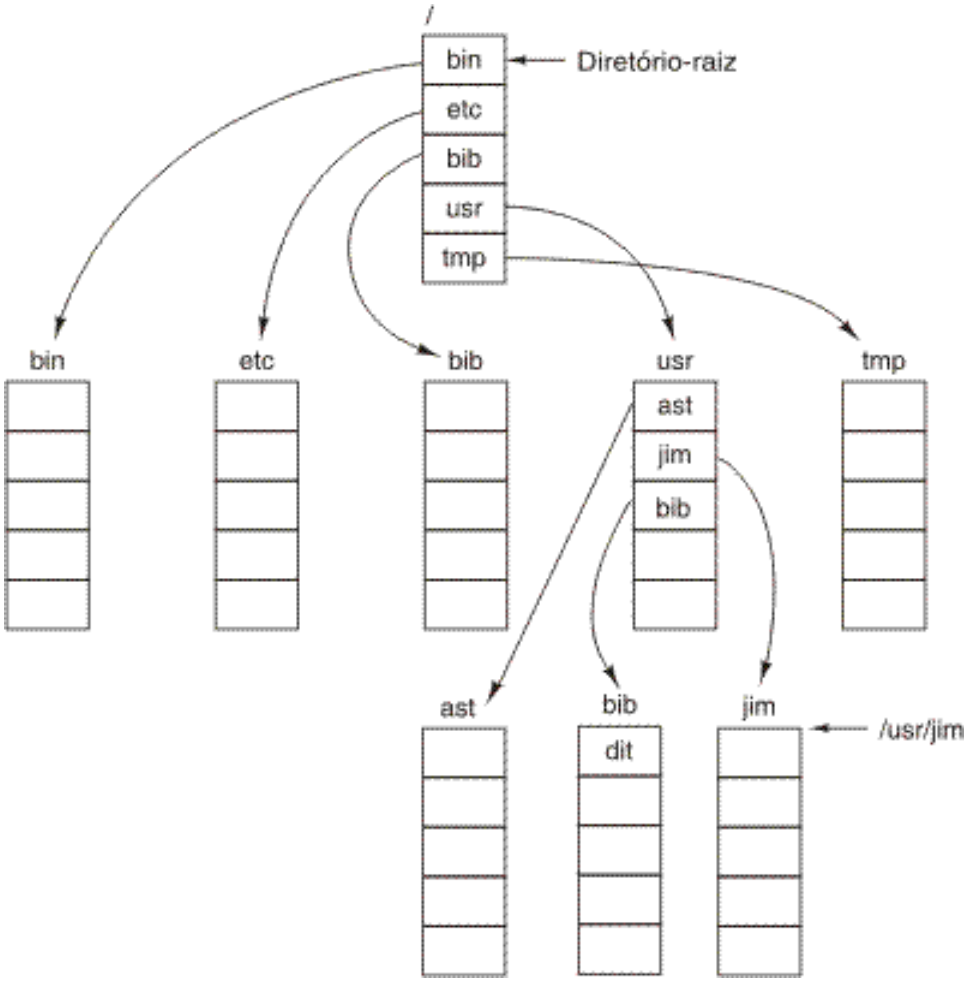
As letras indicam os donos dos diretórios e arquivos

Sistemas de Diretórios Hierárquicos



Um sistema de diretório hierárquico

Nomes de Caminhos



Uma árvore de diretórios UNIX

Operações com Diretórios

1. Create
2. Delete
3. Opendir
4. Closedir
5. Readdir
6. Rename
7. Link
8. Unlink

Operações com Arquivos e Diretórios em JAVA

```java
package arquivos;

import java.awt.Desktop;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.PrintWriter;
import java.sql.Date;
import java.text.SimpleDateFormat;

public class OperacoesArquivos {

    public static void criaDirArq(){
        /*
        Verifica a existência do Diretório e do Arquivo e,
        se necessário, cria.
        */
        String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
        File diretorio = new File(newDir);
        if (!diretorio.exists()){
            diretorio.mkdir();
        }
        String newArq = "arquivo.txt";
        File arquivo = new File(diretorio,newArq);
        if (!arquivo.exists()){
            try {
                arquivo.createNewFile();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }

    }
```

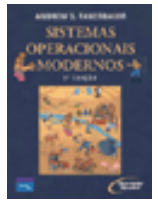
```java
    public static void propriedadesArquivos(){
        //Modificando as propriedades dos arquivos

        String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
        File diretorio = new File(newDir);
        String newArq = "arquivo.txt";
        File arquivo = new File(diretorio,newArq);

        arquivo.setReadable(false);
        arquivo.setReadable(true, true);
        arquivo.setReadOnly();
        arquivo.setWritable(false);
        arquivo.setWritable(true, true);
        boolean oculto = arquivo.isHidden();
        if (oculto){
            System.out.println("Arquivo oculto");
        } else {
            System.out.println("Arquivo não oculto");
        }
        boolean executavel = arquivo.canExecute();
        if (executavel){
            System.out.println("Arquivo executável");
        } else {
            System.out.println("Arquivo não executável");
        }
        boolean legivel = arquivo.canRead();
        if (legivel){
            System.out.println("Arquivo permite leitura");
        } else {
            System.out.println("Arquivo não permite leitura");
        }
        boolean permiteEscrita = arquivo.canWrite();
        if (permiteEscrita){
            System.out.println("Arquivo permite escrita");
        } else {
            System.out.println("Arquivo não permite escrita");
        }
        long tamanho = arquivo.length();
        System.out.println(tamanho + " bytes");
        long ultimaModificacao = arquivo.lastModified();
        SimpleDateFormat sdf = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy HH:mm");
        Date resultdate = new Date(ultimaModificacao);
        System.out.println(sdf.format(resultdate));

    }
```

Operações com Arquivos e Diretórios em JAVA



```
85  public static void listaDir(){
86
87      /*
88      Lista o conteúdo de um diretório diferenciando
89      arquivos e diretorios
90       */
91      String docDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
92      File documentos = new File(docDir);
93      for (File files : documentos.listFiles()){
94          if (files.isDirectory()){
95              System.out.println(files + " é um diretório");
96          } else {
97              if (files.isFile()){
98                  System.out.println(files + " é um arquivo");
99              }
100         }
101     }
102 }
103
104 public static void deletaArqDir(){
105     // Deletar arquivos e diretórios
106     String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
107     File diretorio = new File(newDir);
108     if (!diretorio.exists()){
109         diretorio.mkdir();
110     }
111     int numArquivos = diretorio.listFiles().length;
112     if (numArquivos != 0){
113         for (int i = 0 ; i < numArquivos ; i++){
114             String arqDeletado = diretorio.listFiles()[i].getName();
115             System.out.println(arqDeletado);
116             File deletado = new File (diretorio,arqDeletado);
117             System.out.println(deletado.delete());
118         }
119     }
120     if (diretorio.list().length == 0){
121         String nomeDir = diretorio.getName();
122         boolean deletado = diretorio.delete();
123         if (deletado){
124             System.out.println("Diretório "+nomeDir+" excluído");
125         }
126
127     }
128 }
```

```
174 public static void escreveArquivo(){
175     // Escreve no arquivo
176     try {
177         String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
178         File diretorio = new File(newDir);
179         String newArq = "arquivo.txt";
180         File arquivo = new File(diretorio,newArq);
181         if (!arquivo.exists()){
182             try {
183                 arquivo.createNewFile();
184             } catch (IOException e) {
185                 e.printStackTrace();
186             }
187         }
188
189         FileWriter fileWriter = new FileWriter(arquivo);
190         PrintWriter printWriter = new PrintWriter(fileWriter);
191         printWriter.println("Qualquer coisa");
192         printWriter.println("de teste");
193         printWriter.close();
194         fileWriter.close();
195     } catch (IOException e) {
196         e.printStackTrace();
197     }
198
199 }
```

Operações com Arquivos e Diretórios em JAVA

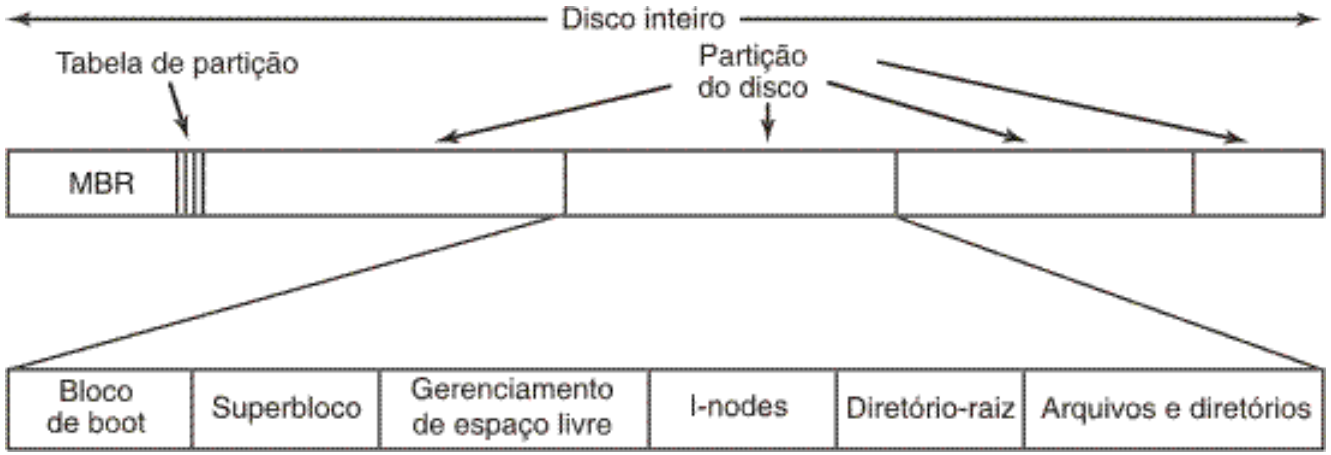
```
201     public static void leArquivo(){
202         String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
203         File diretorio = new File(newDir);
204         String newArquivo = "arquivo.txt";
205         File arq = new File(diretorio,newArquivo);
206         if (!arq.exists()){
207             try {
208                 arq.createNewFile();
209             } catch (IOException e) {
210                 e.printStackTrace();
211             }
212         }
213         try {
214             StringBuffer stringBuffer = new StringBuffer();
215             FileInputStream fileInputStream = new FileInputStream(arq);
216             InputStreamReader inputStreamReader = new InputStreamReader(fileInputStream);
217             BufferedReader bufferedReader = new BufferedReader(inputStreamReader);
218             String line = bufferedReader.readLine();
219             while (line != null){
220                 stringBuffer.append(line+"\n");
221                 line = bufferedReader.readLine();
222             }
223             fileInputStream.close();
224             inputStreamReader.close();
225             bufferedReader.close();
226             System.out.println(stringBuffer.toString());
227 
228         } catch (FileNotFoundException e) {
229             e.printStackTrace();
230         } catch (IOException e) {
231             e.printStackTrace();
232         }
233 
234     }
```

Operações com Arquivos e Diretórios em JAVA

```
130     public static void usaDesktop(){
131         //Usando opções de Desktop
132
133         String newDir = "C:\\Users\\Leandro\\Downloads\\arquivos";
134         File diretorio = new File(newDir);
135         String newArq = "arquivo.txt";
136         File arquivo = new File(diretorio,newArq);
137
138
139         Desktop desktop = Desktop.getDesktop();
140         boolean abrir = desktop.isSupported(Desktop.Action.OPEN);
141         if (abrir){
142             System.out.println("O sistema permite associar o arquivo a um editor e abrí-lo");
143         } else {
144             System.out.println("O sistema não permite associar o arquivo a um editor e abrí-lo");
145         }
146         boolean editar = desktop.isSupported(Desktop.Action.EDIT);
147         if (editar){
148             System.out.println("O sistema permite associar o arquivo a um editor e editá-lo");
149         } else {
150             System.out.println("O sistema não permite associar o arquivo a um editor e editá-lo");
151         }
152         boolean imprimir = desktop.isSupported(Desktop.Action.PRINT);
153         if (imprimir){
154             System.out.println("O sistema permite imprimir");
155         } else {
156             System.out.println("O sistema não permite imprimir");
157         }
158         try {
159             if (abrir) {
160                 desktop.open(arquivo);
161             }
162             if (imprimir) {
163                 desktop.print(arquivo);
164             }
165             if (editar){
166                 desktop.edit(arquivo);
167             }
168         } catch (IOException e) {
169             e.printStackTrace();
170         }
171
172     }
```

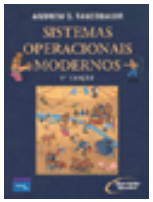
```
236     public static void main(String[] args) {
237         criaDirArq();
238         deletaArqDir();
239         escreveArquivo();
240         leArquivo();
241         listaDir();
242         propriedadesArquivos();
243         usaDesktop();
244     }
245
246 }
247
```

Implementação do Sistema de Arquivos



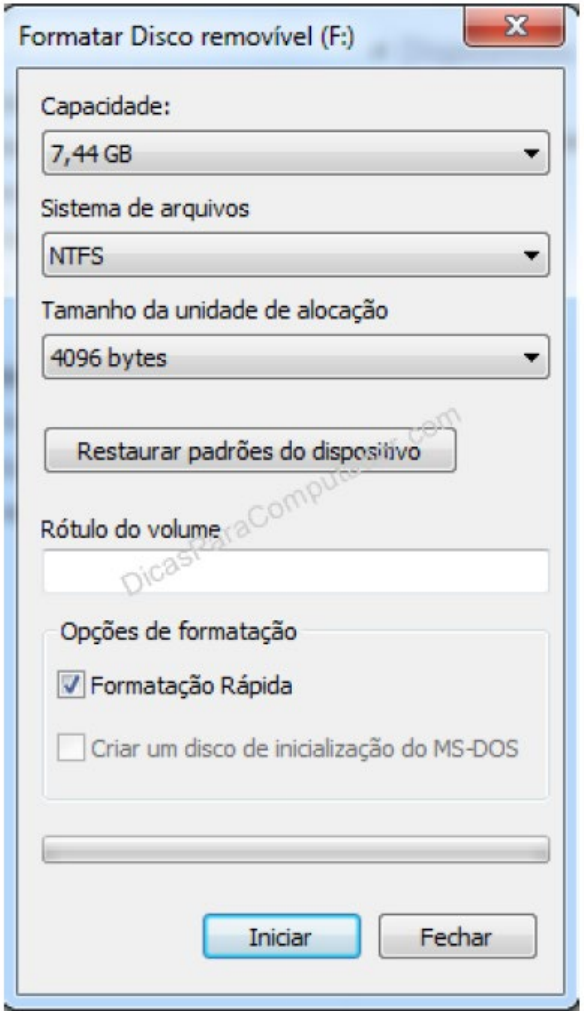
Um possível layout de sistema de arquivo

Tabela de Alocação de Arquivos



- Na formatação do disco, o espaço livre é dividido em pedaços, de mesmo tamanho, denominado Unidade de Alocação
- Sistemas Microsoft usam o termo Cluster (Termo em desuso)
- Sistemas Linux usam o termo i-Node
- A melhor relação desempenho por uso de disco é a que determina que uma unidade de alocação tem 4KB
- Unidades de alocação maiores geram desperdício de disco, uma vez que só um arquivo pode usar uma unidade de alocação
- Unidades de alocação menores demandam muita busca e gravação em buffer, o que diminuem o desempenho de leitura
- Ao gravar o arquivo, ele é fragmentado em pedaços e cada pedaço armazenado em uma unidade de alocação.
- Cada bloco armazena o endereço do próximo para que o se permita a leitura dos dados.
- O endereço do primeiro bloco fica armazenado na tabela de alocação.
- Se o bloco for menor do que a unidade de alocação, toda a unidade é considerada ocupada

Tabela de Alocação de Arquivos



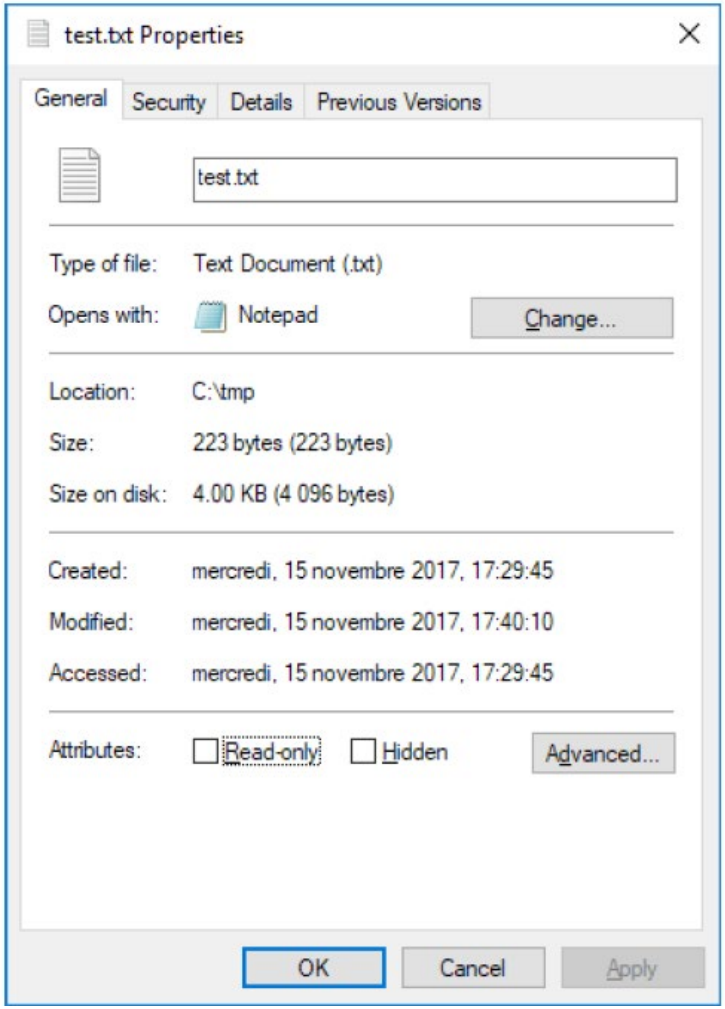
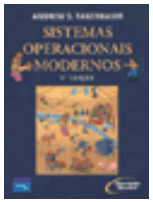


Tabela de Alocação de Arquivos



- Tabela que contém a unidade de alocação inicial de cada arquivo
- FAT (File Allocation Table)
- MFT (Master File Table) – Mais atual

Formatação de Disco

- Dar um formato
  - FAT32, FAT64 (exFAT), NTFS, EXT4, HFS+, ZFS, etc.
- Determinam o tipo de tabela (FAT ou MFT)
- Determinam o tamanho máximo de endereços
- Determinam a possibilidade de se restaurar para estados anteriores
- Formatação Rápida:
  - Apenas apaga a tabela de alocação de arquivos e os blocos gravados no disco vão sendo sobrescritos pelos novos
- Formatação Completa:
  - Apena apaga a tabela de alocação de arquivos e verifica os setores do disco verificando se existem erros, os blocos gravados no disco vão sendo sobrescritos pelos novos
- Formatação Zero Fill:
  - Necessita de boot por aplicação desenvolvida pelo fabricante do disco rígido. Escreve “0” em todos os setores do disco, ou seja, tudo que existia no disco é sobrescrito por zero.Na formatação do disco, o espaço livre é dividido em pedaços, de mesmo tamanho, denominado Unidade de Alocação

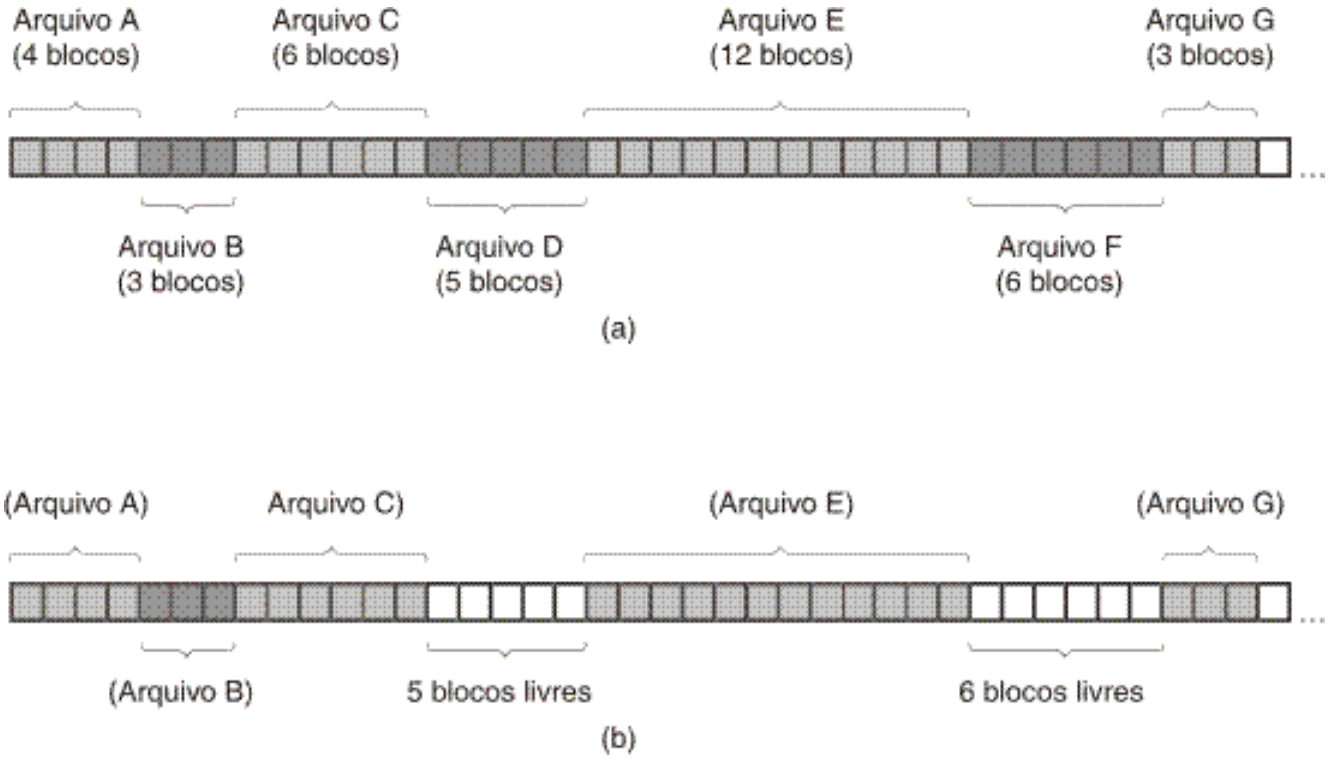
Particionamento de Disco - MBR

- MBR: Master Boot Record
- Idealizado para ser utilizado com MS-DOS.
- Ocupa um setor de disco (512 bytes apenas). Em discos magnéticos, na Trilha 0
- Possui uma área para gestores de boot (ex: GRUB).
- Utiliza uma tabela que pode controlar até quatro partições de disco.
- Limita o disco a 2^{32} setores, ou seja 2.2 TB.
- O MBR, só controla quatro partições, que são as primárias.

Particionamento de Disco - GPT

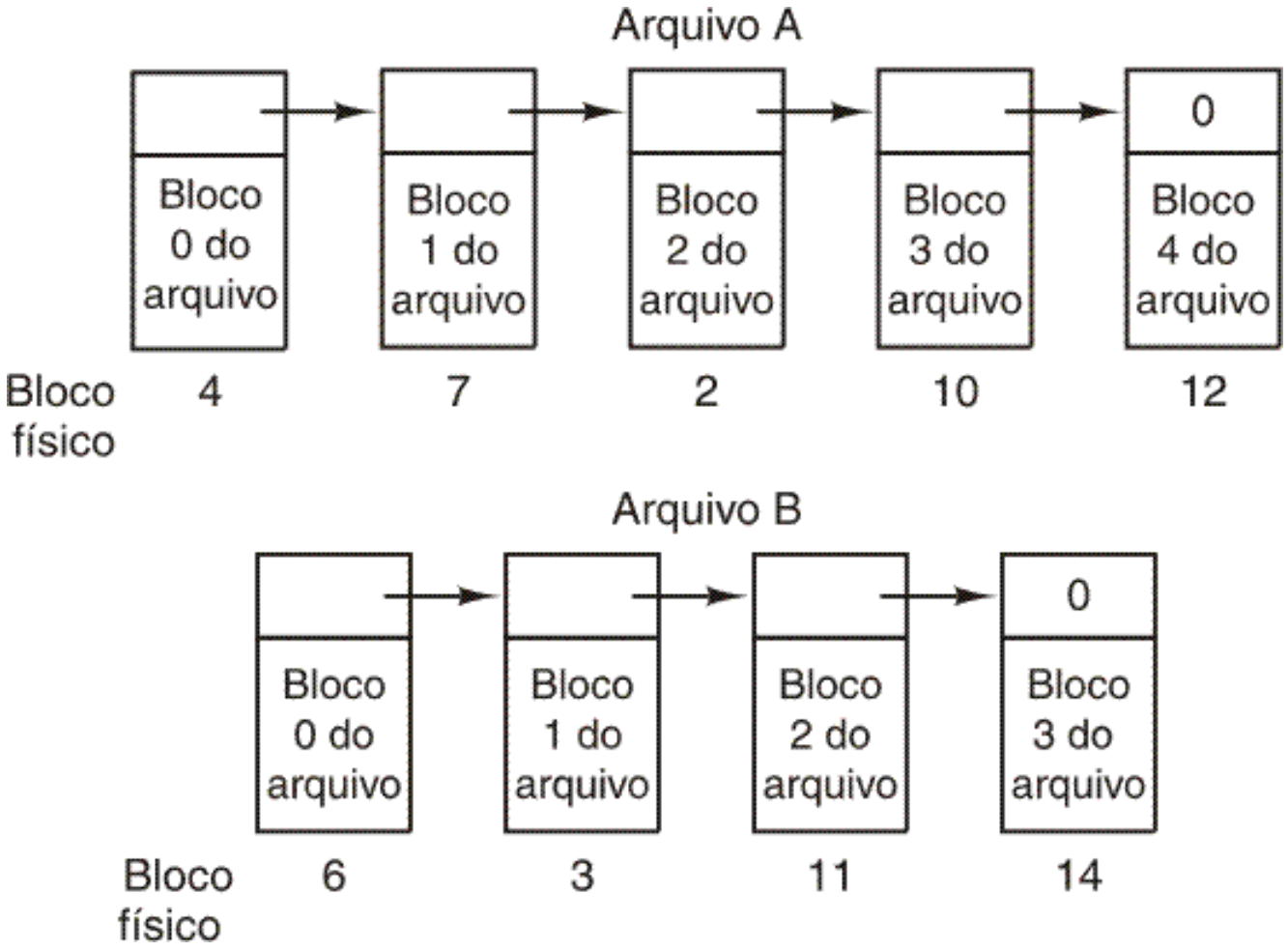
- GUID Partition Table.
  - GUID = Globally Unique Identifier.
- Com o GUID, são utilizados 128 bits (16 bytes) para identificar um dispositivo unicamente no mundo.
- Apesar de raro, há casos de colisão de GUID.
- O GPT trabalha com LBA, que define o número e o tamanho das entradas de partição que compõem a tabela de partição.
- Endereça até 2^{64} setores, ou seja, 9.4 ZB (zettabytes).
- Ocupa um total de 34 setores para a estrutura e mais 34 como backup.
- O backup é estabelecido no fim do disco.
- Dos 34 setores, 32 realizam o controle de partições.
- Permite até 128 partições de disco, equivalentes às primárias do MBR.
- Utiliza Protective MBR, que garante que as ferramentas antigas não confundam a unidade GPT com uma unidade não particionada e sobrescrevem seus dados da GPT com um novo MBR. Em outras palavras, o MBR protetor protege os dados da GPT de serem sobrescritos
- O MacOS suporta GPT. No entanto, o boot só ocorrerá se o hardware utilizar o firmware UEFI.
- MS Windows: até o Windows 7, somente as versões de 64 bits suportam GPT. A partir do Windows 8, todos suportam. Similar ao MacOS, deverá haver o UEFI.
  - O Windows usa o MBR híbrido como alternativa geral, tanto para 64 como para 32 bits.
  - O Windows também pode utilizar loaders externos, como Paragon, para implementar suporte ao GPT.
- O GNU/Linux (GRUB2) é totalmente preparado para o GPT.Idealizado para ser utilizado com MS-DOS.

Implementação de Arquivos



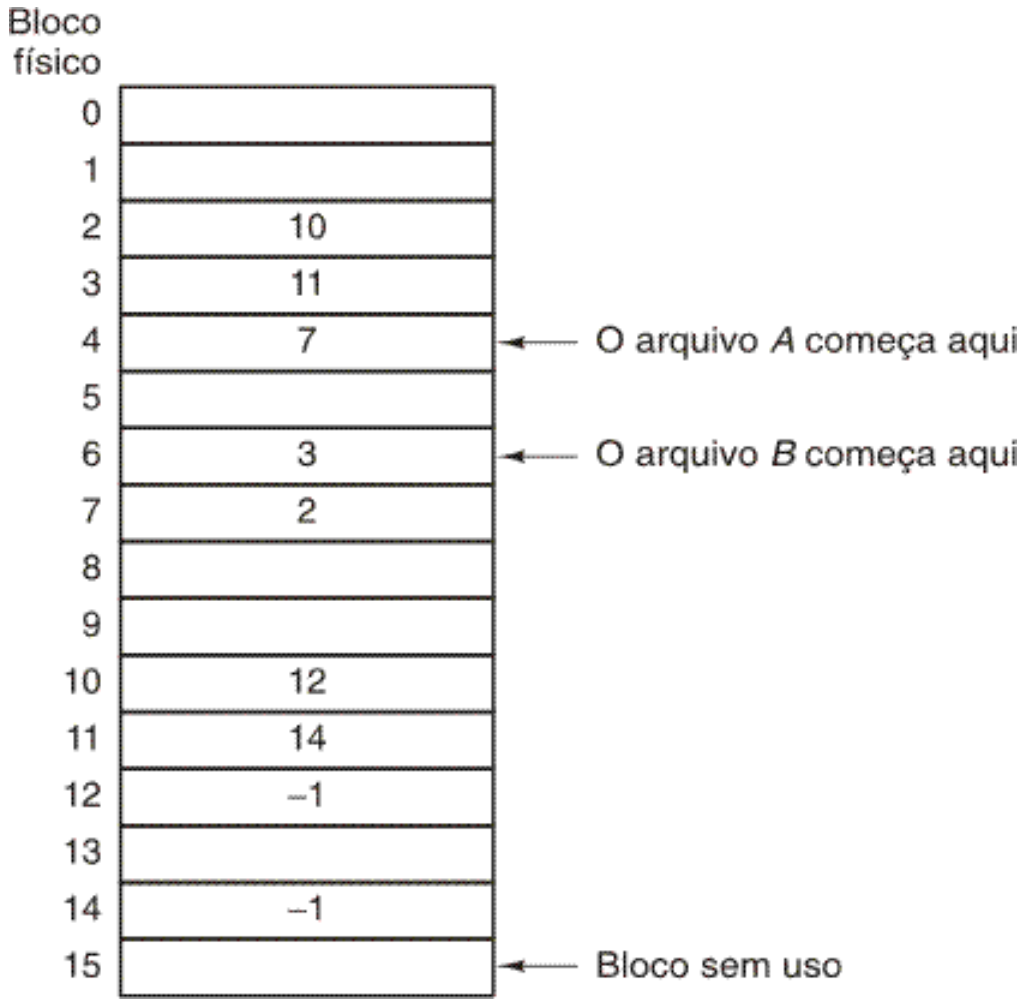
(a) Alocação contígua do espaço em disco para 7 arquivos
(b) Estado do disco depois dos arquivos *D* e *E* terem sido removidos

Implementação de Arquivos



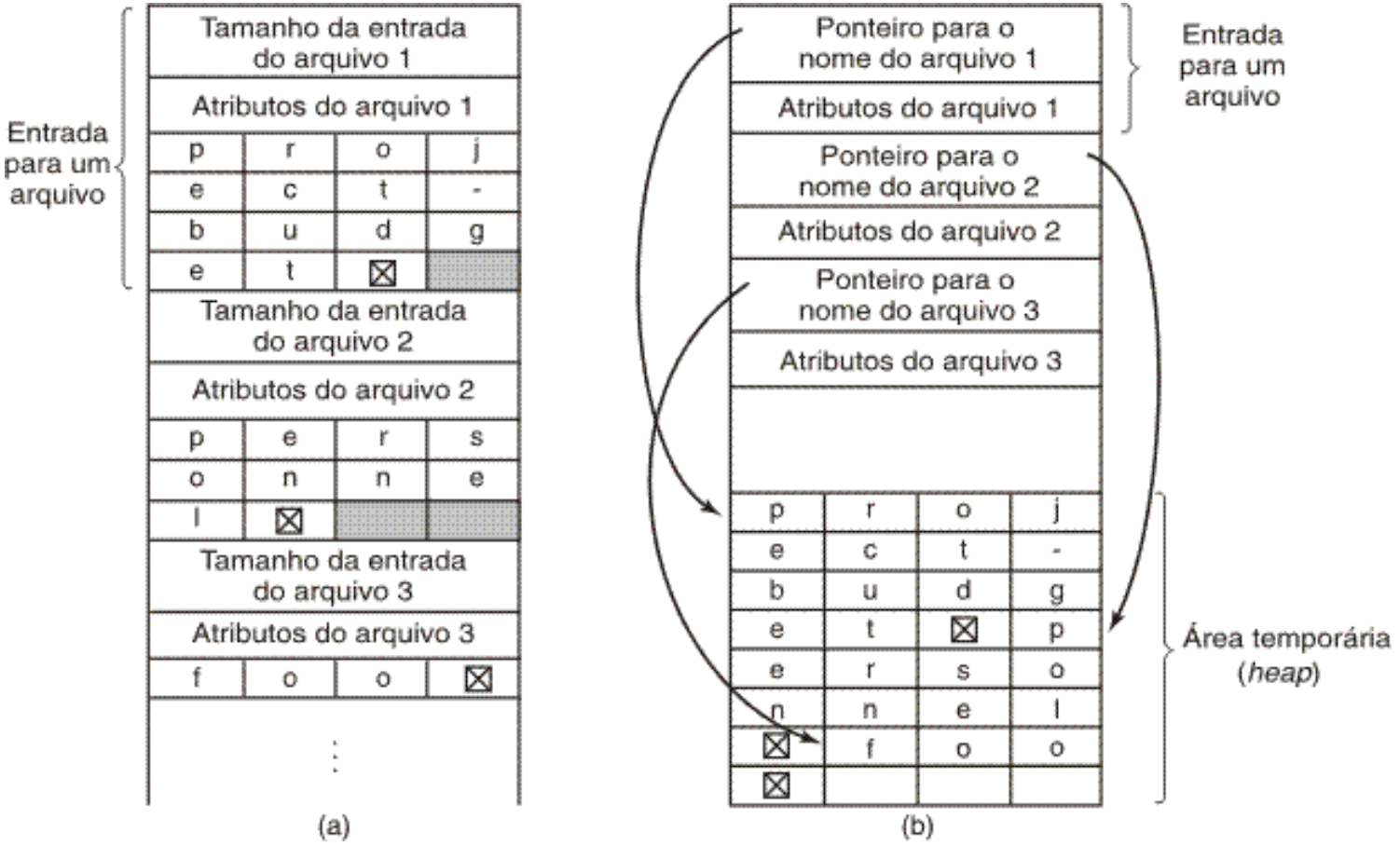
Armazenamento de um arquivo como uma lista encadeada de blocos de disco

Implementação de Arquivos



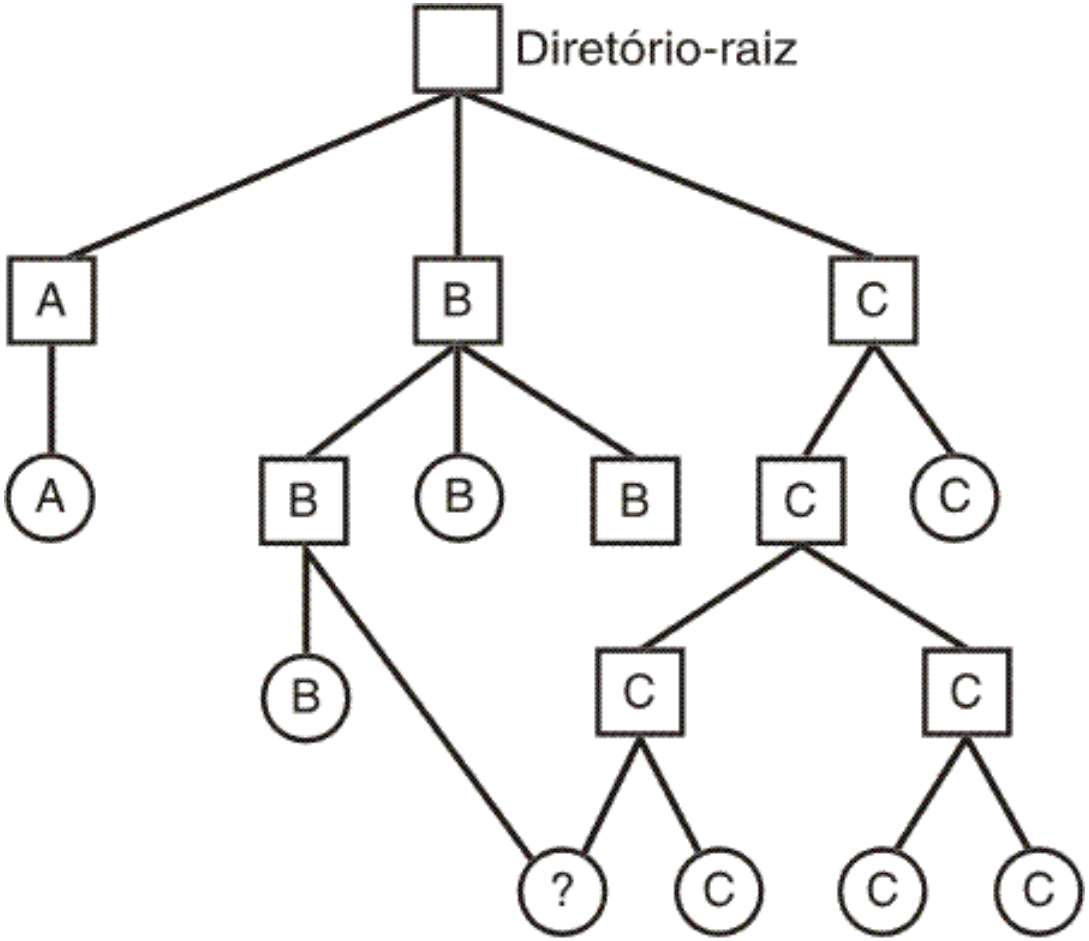
Alocação por lista encadeada usando uma tabela de alocação de arquivos em RAM

Implementação de Diretórios



- Duas formas de tratar nomes longos de arquivos em um diretório
  - (a) Em linha
  - (b) Em uma área temporária *(heap)*

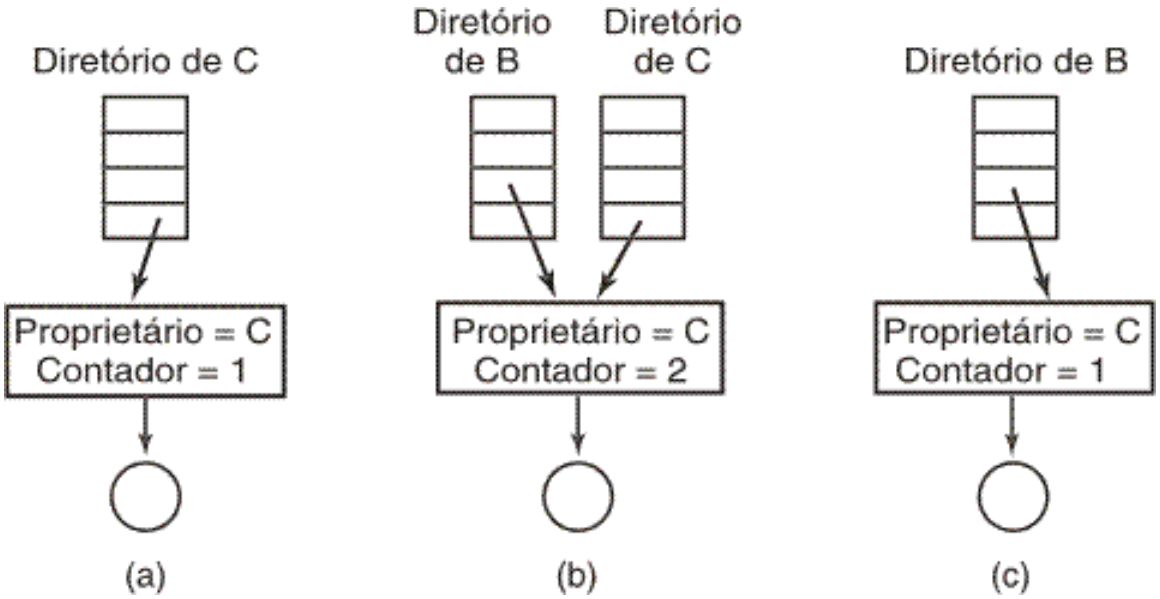
Arquivos Compartilhados (1)



Arquivo compartilhado

Sistema de arquivo contendo um arquivo compartilhado

Arquivos Compartilhados (2)

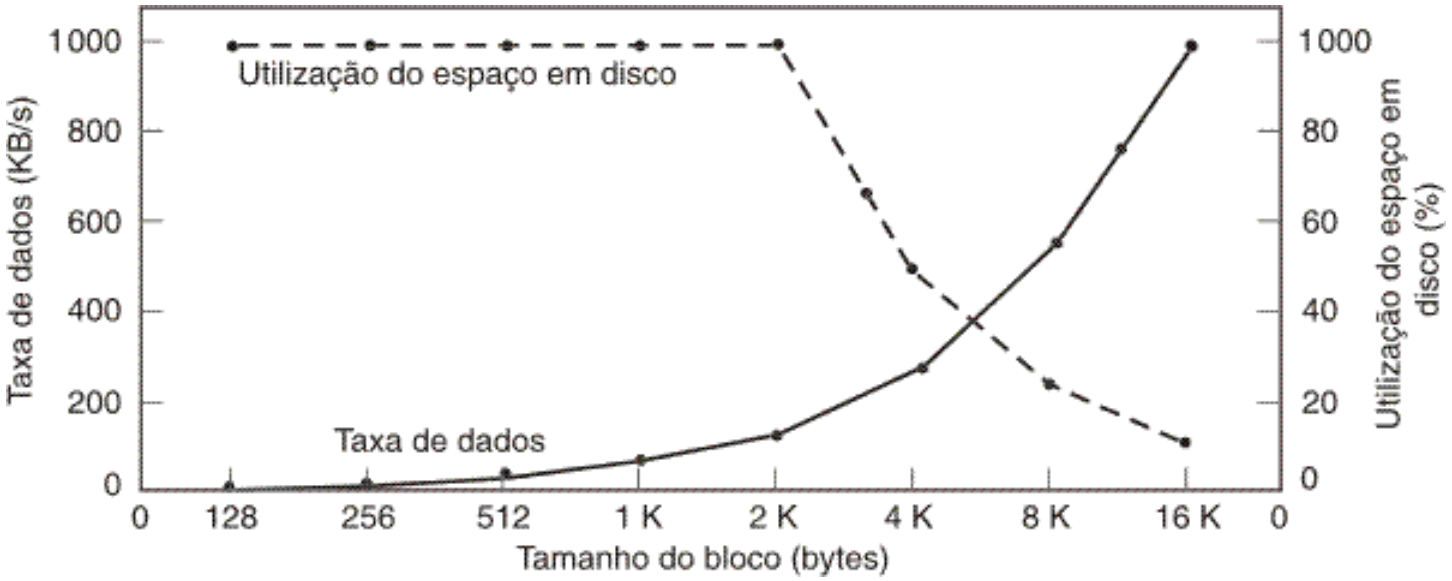


(a) Situação antes da ligação

(b) Depois de a ligação ser criada

(c) Depois de o proprietário original remover o arquivo

Gerenciamento do Espaço em Disco (1)



- A curva contínua (escala no lado esquerdo) mostra a taxa de dados de um disco
- A linha tracejada (escala no lado direito) mostra a eficiência de ocupação do disco
- Todos os arquivos são de 2KB