# MC-102 – Aula 26
# Arquivos Binários e Revisão

Instituto de Computação – Unicamp

20 de Junho de 2013

# Motivação

- Vimos que existem dois tipos de arquivos: texto e binário.
- Variáveis `int` ou `float` têm tamanho fixo na memória. Por exemplo, um `int` ocupa 4 bytes.
- Representação em texto precisa de um número variável de dígitos (`10`, `5.673`, `100.340`), logo de um tamanho variável.
  - Lembre-se que cada letra/dígito é um **char** e usa 1 byte de memória.
- Armazenar dados em arquivos de forma análoga a utilizada em memória permite:
  - Reduzir o tamanho do arquivo.
  - Guardar estruturas complicadas tendo acesso simples.

# Arquivos Binários em C

- Assim como em arquivos texto, devemos criar um ponteiro especial: **um ponteiro para arquivos.**

  ```
  FILE *nome_variavel;
  ```

- Podemos então associa-lo com um arquivo real do computador usando o comando **fopen**.

  ```
  FILE *arq1;
  arq1 = fopen("teste.bin","rb");
  ```

# fopen

Um pouco mais sobre a função `fopen()` para arquivos binários.

```
FILE* fopen(const char *caminho, char *modo);
```

## Modos de abertura de arquivo binário

| modo | operações |
|---|---|
| rb | leitura |
| wb | escrita |
| r+b | leitura e escrita |
| w+b | escrita e leitura |

# fopen

- Se um arquivo que não existe for aberto para leitura (**rb**), a função devolve **NULL**.
- Se um arquivo que não existe for aberto para escrita (**wb**), um novo arquivo é criado. Se ele existir, é sobreescrito.
- Se um arquivo existente for aberto para leitura/gravação (**r+b**), ele NÃO é sobreescrito;
  Se o arquivo não existir a função devolve **NULL**.
- Se um arquivo existente for aberto para gravação/escrita (**w+b**), ele é sobrescrito; Se o arquivo não existir, um novo arquivo é criado.

# `fread` e `fwrite`

- As funções `fread` e `fwrite` permitem a leitura e escrita de blocos de dados.
- Devemos determinar o número de elementos a serem lidos ou gravados e o tamanho de cada um.

# fread e fwrite

Para escrever em um arquivo binário usamos a função **fwrite**.

```
size_t fwrite(void *pt-mem, size_t size,
              size_t num-items, FILE *pt-arq);
```

- **pt-mem:** Ponteiro para região da memória contendo os itens que devem ser gravados.
- **size:** Número de bytes de um item.
- **num-items:** Número de itens que devem ser gravados.
- **pt-arq:** Ponteiro para o arquivo.

# fread e fwrite

Podemos por exemplo gravar um double em formato binário como no exemplo:

```
FILE *arq;
double aux=2.5;

arq = fopen("teste.bin", "w+b");
fwrite(&aux, sizeof(double), 1, arq);
```

# fread e fwrite

Podemos por exemplo gravar um vetor de doubles em formato binário no exemplo:

```
FILE *arq;
double aux[]={2.5, 1.4, 3.6};

arq = fopen("teste.bin", "w+b");
fwrite(aux, sizeof(double), 3, arq);
```

# fread e fwrite

Para ler de um arquivo binário usamos a função **fread**.

```
size_t fread(void *pt-mem, size_t size,
             size_t num-items, FILE *pt-arq);
```

- **pt-mem:** Ponteiro para região da memória (já alocada) para onde os dados serão lidos.
- **size:** Número de bytes de um item a ser lido.
- **num-items:** Número de itens que deve ser lido.
- **pt-arq:** Ponteiro para o arquivo.

# fread e fwrite

Usando o exemplo anterior podemos ler um double em formato binário como segue:

```
#include <stdio.h>

int main(){
  FILE *arq;
  double aux=2.5;
  double aux2=0;

  arq = fopen("teste.bin", "w+b");
  fwrite(&aux, sizeof(double), 1, arq);

  rewind(arq);
  fread(&aux2, sizeof(double), 1, arq);
  printf("Conteudo de aux2: %lf, \n", aux2);

  fclose(arq);
}
```

# fread e fwrite

Usando o exemplo visto podemos ler um vetor de doubles em formato binário como segue:

```
#include <stdio.h>

int main(){
  FILE *arq;
  double aux[]={2.5, 1.4, 3.6};
  double aux2[3];
  int i;

  arq = fopen("teste.bin", "w+b");
  fwrite(aux, sizeof(double), 3, arq);

  rewind(arq);

  fread(aux2, sizeof(double), 3, arq);
  for(i=0; i<3; i++)
    printf("Conteudo de aux2[%d]: %lf\n", i, aux2[i]);

  fclose(arq);
}
```

# fread e fwrite

- Lembre-se do **indicador de posição** de um arquivo, que assim que é aberto é apontado para o início do arquivo.
- Quando lemos uma determinada quantidade de itens, o indicador de posição automaticamente avança para o próximo item não lido.
- Quando escrevemos algum item, o indicador de posição automaticamente avança para a posição seguinte ao item escrito.

# fread e fwrite

- Se na leitura não sabemos exatamente quantos itens estão gravados, podemos usar o que é devolvido pela função **fread**:
  - Esta função devolve o número de itens corretamente lidos.
  - Se alcançarmos o final do arquivo e tentarmos ler algo, ela devolve 0.

No exemplo do vetor poderíamos ter lido os dados como segue:

```
for(i=0; fread(&aux2[i], sizeof(double), 1, arq) != 0;  i++)
  ;
```

ou de forma equivalente:

```
i=0;
while(fread(&aux2[i], sizeof(double), 1, arq) != 0)
    i++;
```

```c
#include <stdio.h>

int main(){
  FILE *arq;
  double aux[]={2.5, 1.4, 3.6};
  double aux2[3];
  int i;

  arq = fopen("teste.bin", "w+b");
  fwrite(aux, sizeof(double), 3, arq);

  rewind(arq);

  for(i=0; fread(&aux2[i], sizeof(double), 1, arq) != 0; i++)
    ;

  for(i=0; i<3; i++)
    printf("Conteudo de aux2[%d]: %lf\n", i, aux2[i]);

  fclose(arq);
}
```

# Acesso não seqüencial

- Fazemos o acesso não seqüencial usando a função `fseek`.
- Esta função altera a posição de leitura/escrita no arquivo.
- O deslocamento pode ser relativo ao:
  - início do arquivo (SEEK_SET)
  - ponto atual (SEEK_CUR)
  - final do arquivo (SEEK_END)

# Acesso não seqüencial

```
int fseek(FILE *pt-arq, long num-bytes, int origem);
```

- **pt-arq:** ponteiro para arquivo.
- **num-bytes:** quantidade de bytes para se deslocar.
- **origem:** posição de início do deslocamento (SEEK_SET, SEEK_CUR, SEEK_END).

Por exemplo se quisermos alterar o terceiro **double** de um vetor escrito:

```
double aux[]={2.5, 1.4, 3.6};
double aux3=5.0;

arq = fopen("teste.bin", "w+b");
fwrite(aux, sizeof(double), 3, arq);

rewind(arq);
fseek(arq, 2*sizeof(double), SEEK_SET);
fwrite(&aux3, sizeof(double), 1, arq);
```

```c
#include <stdio.h>

int main(){
  FILE *arq;
  double aux[]={2.5, 1.4, 3.6};
  double aux2[3];
  double aux3=5.0;
  int i;

  arq = fopen("teste.bin", "w+b");
  fwrite(aux, sizeof(double), 3, arq);

  rewind(arq);
  fseek(arq, 2*sizeof(double), SEEK_SET);
  fwrite(&aux3, sizeof(double), 1, arq);

  fseek(arq, 0, SEEK_SET); //isto é equivalente a rewind(arq). Por que?
  fread(aux2, sizeof(double), 3, arq);

  for(i=0; i<3; i++)
    printf("Conteudo de aux2[%d]: %lf\n", i, aux2[i]);

  fclose(arq);
}
```

# Registros

- Um arquivo pode armazenar registros (como um banco de dados).
- Isso pode ser feito de forma bem fácil se lembrarmos que um registro, como qualquer variável em C, tem um tamanho fixo.
- O acesso a cada registro pode ser direto, usando a função `fseek`.
- A leitura ou escrita do registro pode ser feita usando as funções `fread` e `fwrite`.

# Exemplo com Registros

Vamos fazer uma aplicação para um cadastro de alunos:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

#define TAM 5 //tamanho do vetor usado como cadastro

struct Aluno{
       char nome[100];
       int RA;
};
typedef struct Aluno  Aluno;

void imprimeArquivo(); //Esta função imprime todo o conteúdo
                       // do cadastro em arquivo
void alteraNome(int ra, char nome[]);//Dado um ra passado por
                     //parâmetro, a função altera o nome da pessoa com este ra

char nomeArq[] = "alunos.bin"; //Nome do arquivo que contém o cadastro
```

# Exemplo: Função Principal

```
int main(){
  FILE *arq;
  Aluno cadastro[TAM] = {
    {"Joao", 1}, {"Batata", 2}, {"Ze", 3}, {"Malu", 4}, {"Ju", 5} };

  arq = fopen(nomeArq, "w+b");
  if(arq == NULL){
    printf("Erro: Main!\n");
    return 0;
  }
  fwrite(cadastro, sizeof(Aluno), TAM, arq);
  fclose(arq);
  //Após criado o arquivo aqui em cima, vamos alterá-lo
  //chamando a função alteraNome

  imprimeArquivo();
  alteraNome(4,"Malu Mader");
  imprimeArquivo();
}
```

# Exemplo: Função que imprime arquivo

```
void imprimeArquivo(){
  Aluno cadastro[TAM];
  FILE *arq = fopen(nomeArq, "r+b"); //Note que usamos r e não w
  int i;

  if(arq == NULL){
    printf("Erro: Imprime Arquivo!\n");
    return;
  }

  fread(cadastro, sizeof(Aluno), TAM, arq);
  printf(" ---- Imprimindo Dados ----\n");
  for(i=0; i<TAM; i++){
    printf("Nome: %s,   RA: %d \n", cadastro[i].nome, cadastro[i].RA);
  }
  printf("\n");
  fclose(arq);
}
```

# Exemplo: Função que Altera um Registro

```
void alteraNome(int ra, char nome[]){
  Aluno aluno;
  FILE *arq = fopen(nomeArq, "r+b");
  int i;

  if(arq == NULL){
    printf("Erro: Altera nome!\n");
    return;
  }

  while(fread(&aluno, sizeof(Aluno), 1, arq) != 0){
    if(aluno.RA == ra){ //Encontramos o Aluno
      strcpy(aluno.nome, nome); //Altera nome
      fseek(arq, -1*sizeof(Aluno), SEEK_CUR);//Volta um item da posição corrente
      fwrite(&aluno, sizeof(Aluno), 1, arq);//Sobreescreve Reg. antigo
      break;
    }

  }

  fclose(arq);
}
```

# Revisão

- Tudo menos arquivos e alocação dinâmica (malloc/calloc).

# Busca

- Busca seqüencial
- Busca binária

# Ordenação

- Bubble sort
- Selection sort
- Insertion sort

# Funções, vetores, ponteiros e registros (structs)

- Visto na aula 24
- Passagem de parâmetros com ponteiro ("por referência") e sem ponteiro ("por valor")
- Passagem de parâmetro: vetores, matrizes, structs.
- Retorno: tipo da função.

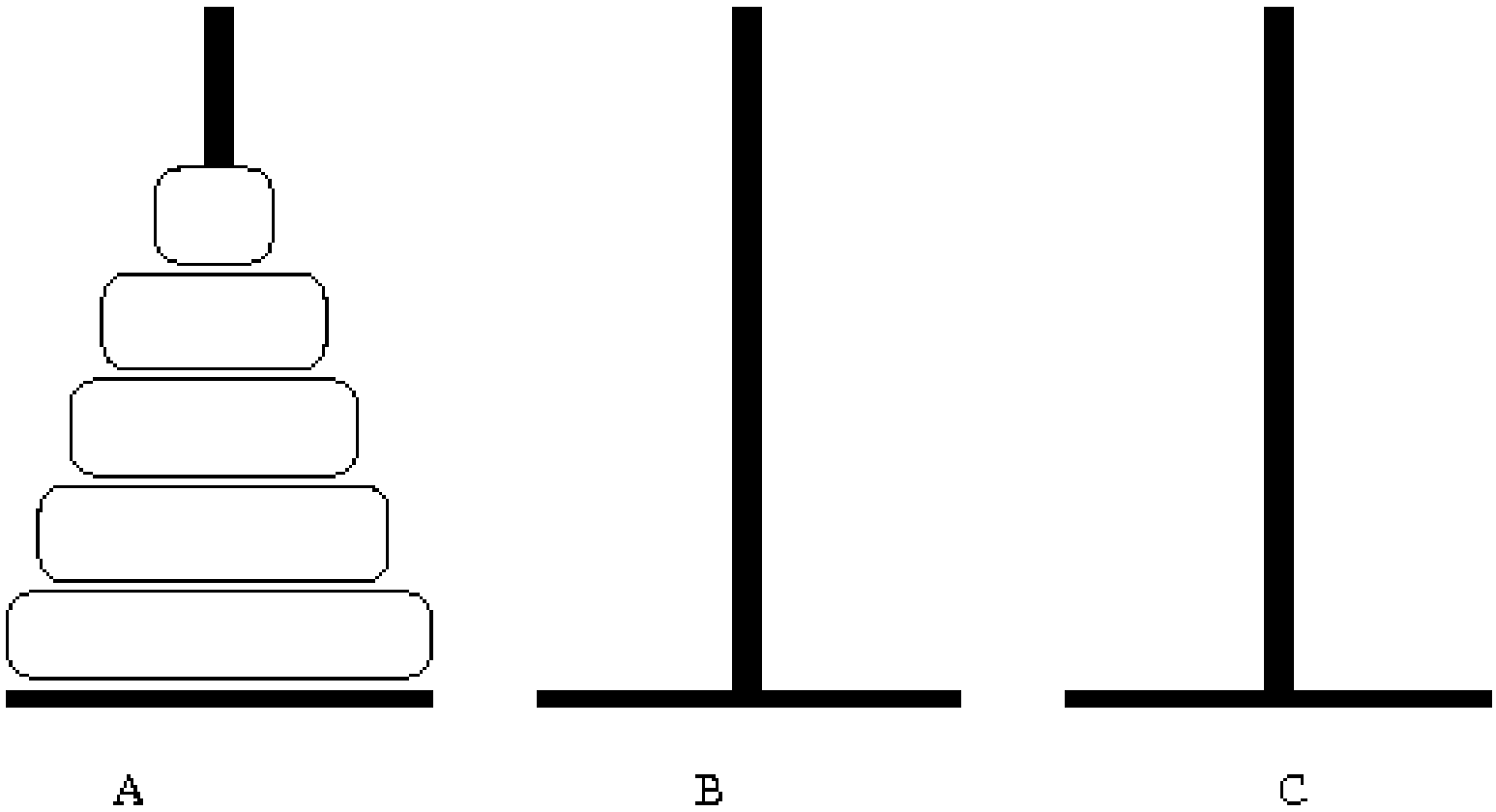
# Structs (registros)

- Structs
- Apontadores para structs
- Structs como parâmetro

# Recursão

- MergeSort
- QuickSort

# Torres de Hanoi



# Torres de Hanoi

- Inicialmente temos 5 discos de diâmetros diferentes na estaca A.
- O problema das torres de Hanoi consiste em transferir os cinco discos da estaca A para a estaca C (pode-se usar a estaca B como auxiliar).
- Porém deve-se respeitar algumas regras:
  - Apenas o disco do topo de uma estaca pode ser movido.
  - Nunca um disco de diâmetro maior pode ficar sobre um disco de diâmetro menor.

# Torres de Hanoi

- Vamos considerar o problema geral onde há $n$ discos.
- Vamos usar indução para obtermos um algoritmo para este problema.

# Torres de Hanoi

**Teorema**

*É possível resolver o problema das torres de Hanoi com n discos.*

*Prova*.

- Base da Indução: $n = 1$. Neste caso temos apenas um disco. Basta mover este disco da estaca A para a estaca C.
- Hipótese de Indução: Sabemos como resolver o problema quando há $n - 1$ discos.

□

# Torres de Hanoi

**Teorema**

*É possível resolver o problema das torres de Hanoi com n discos.*

*Prova*.

- Base da Indução: $n = 1$. Neste caso temos apenas um disco. Basta mover este disco da estaca A para a estaca C.
- Hipótese de Indução: Sabemos como resolver o problema quando há $n - 1$ discos.

□

# Torres de Hanoi

**Teorema**

*É possível resolver o problema das torres de Hanoi com n discos.*

*Prova*.

- Base da Indução: $n = 1$. Neste caso temos apenas um disco. Basta mover este disco da estaca A para a estaca C.
- Hipótese de Indução: Sabemos como resolver o problema quando há $n - 1$ discos.

□

# Torres de Hanoi

*Prova*.

- Passo de Indução: Devemos resolver o problema para $n$ discos assumindo que sabemos resolver o problema com $n-1$ discos.
- Por hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ primeiros discos da estaca A para a estaca B usando a estaca C como auxiliar.
- Depois de movermos estes $n-1$ discos, movemos o maior disco (que continua na estaca A) para a estaca C.
- Novamente pela hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ discos da estaca B para a estaca C usando a estaca A como auxiliar.
- Com isso temos uma solução para o caso onde há $n$ discos.

□

# Torres de Hanoi

*Prova*.

- Passo de Indução: Devemos resolver o problema para $n$ discos assumindo que sabemos resolver o problema com $n-1$ discos.
- Por hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ primeiros discos da estaca A para a estaca B usando a estaca C como auxiliar.
- Depois de movermos estes $n-1$ discos, movemos o maior disco (que continua na estaca A) para a estaca C.
- Novamente pela hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ discos da estaca B para a estaca C usando a estaca A como auxiliar.
- Com isso temos uma solução para o caso onde há $n$ discos.

□

# Torres de Hanoi

*Prova*.

- Passo de Indução: Devemos resolver o problema para $n$ discos assumindo que sabemos resolver o problema com $n-1$ discos.
- Por hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ primeiros discos da estaca A para a estaca B usando a estaca C como auxiliar.
- Depois de movermos estes $n-1$ discos, movemos o maior disco (que continua na estaca A) para a estaca C.
- Novamente pela hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ discos da estaca B para a estaca C usando a estaca A como auxiliar.
- Com isso temos uma solução para o caso onde há $n$ discos.

□

# Torres de Hanoi

*Prova*.

- Passo de Indução: Devemos resolver o problema para $n$ discos assumindo que sabemos resolver o problema com $n-1$ discos.
- Por hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ primeiros discos da estaca A para a estaca B usando a estaca C como auxiliar.
- Depois de movermos estes $n-1$ discos, movemos o maior disco (que continua na estaca A) para a estaca C.
- Novamente pela hipótese de indução sabemos mover os $n-1$ discos da estaca B para a estaca C usando a estaca A como auxiliar.
- Com isso temos uma solução para o caso onde há $n$ discos.

□

# Torres de Hanoi: Passo de Indução

- Olhem que maravilha que é a indução.
- Nos fornece um algoritmo e ainda por cima temos uma demonstração formal de que ele funciona!

# Torres de Hanoi: Algoritmo

Problema: Mover $n$ discos de A para C.

1. Se $n = 1$ então mova o único disco de A para C e pare.
2. Caso contrário ($n > 1$) desloque de forma recursiva os $n - 1$ primeiros discos de A para B, usando C como auxiliar.
3. Mova o último disco de A para C.
4. Mova, de forma recursiva, os $n - 1$ discos de B para C, usando A como auxiliar.

# Torres de Hanoi: Algoritmo

```
#include <stdio.h>

void hanoi(int n, char estacaIni, char estacaFim, char estacaAux);

int main(){
  hanoi(4, 'A', 'C' , 'B');
  printf("\n");
}

//Discos são numerados de 1 até n

void hanoi(int n, char estacaIni, char estacaFim, char estacaAux){
 if(n==1)
    printf("\nMova disco %d da estaca %c para %c.", n,  estacaIni, estacaFim);
  else{
    hanoi(n-1,estacaIni,estacaAux,estacaFim);
    printf("\nMova disco %d da estaca %c para %c.", n,  estacaIni, estacaFim);
    hanoi(n-1,estacaAux,estacaFim,estacaIni);
  }
}
```