# SCC0220 - Laboratório Introdução à Ciência da Computação II

## Relatório de execução do trabalho prático 10


| **Alunos** | **NUSP** |
|---|---|
| Alec Campos Aoki | 15436800 |
| Juan Henrique Passos | 15464826 |


## Trabalho 10 – MSC (Máxima Subsequência Crescente)

### Hashtable

#### Comentário

O trabalho prático 10, consiste em dado um n, sendo 0 < n < $10^7$, e n números representados por inteiros entre 0 e $10^9$, achar a máxima subsequência crescente, ou seja, achar a maior sequência de números contínuos nesse vetor em ordem crescente. Deve ser printado o tamanho desse vetor. Nesse viés, implementou-se uma estrutura hashmap, no qual os elementos eram inseridos na estrutura, e se busca o primeiro elemento de uma sequência, ou seja, verifica-se o número $i - 1$, sendo $i$ o número analisado, se existir um $i - 1$, então, enquanto tivermos percorrendo o vetor, chegaremos nele, então saímos da função. Caso o $i - 1$ não exista, então o número analisado é o primeiro de sua sequência, e após isso, checa-se todos os $i + 1$ até não existir, computando a quantidade máxima e guardando. Dessa forma, encontra-se a maior sequência em apenas $O(n)$, pois percorremos o vetor apenas uma vez(o que explica sairmos da função, caso não seja o primeiro da sequência). Para implementação da estrutura hashmap, utilizou-se árvores de busca binárias em cada espaço da tabela, e assim permitiu-se adotar 2 estratégias para evitar colisões: caso a tabela esteja menor que 80% de seu total e haja colisão, apenas adiciona-se o valor a estrutura árvore de busca binária presente naquele espaço, e caso esteja maior ou igual, aplica-se a técnica de Double hash, no qual irá ser aplicado uma lógica, que visa achar outro slot fácil de maneira mais eficiente possível (tal lógica de inserção também é vista na busca).

#### Código

#### arvorebinaria.h

```c
#ifndef AB_H
    #define AB_H

    typedef struct arvore_ ARVORE;

    #include<stdbool.h>

    ARVORE *arvore_criar(void);
```

```
    void arvore_apagar(ARVORE **arvore);
    void arvore_inserir(ARVORE *arvore, int chave);
    bool arvore_pertence(ARVORE *arvore, int chave);
    int arvore_tamanho(ARVORE *arvore);

#endif
```

## arvorebinaria.c

```
#include "arvorebinaria.h"

#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

typedef struct no_ NO;

struct no_
{
    int chave;
    NO *esq, *dir;
};

struct arvore_
{
    NO *raiz;
    int tamanho;
};

// Modularização
NO* inserir(NO *raiz, int chave);
void apagar(NO **raiz);
bool pertence(NO *raiz, int chave);
NO *remover(NO* raiz, int chave);

ARVORE *arvore_criar()
{
    ARVORE *arvore = (ARVORE*) malloc(sizeof(ARVORE));
    if(arvore != NULL)
```

```
    {
        arvore->raiz = NULL;
        arvore->tamanho = 0;
    }
    return arvore;
}

void arvore_apagar(ARVORE **arvore)
{
    if(*arvore != NULL)
    {
        apagar(&((*arvore)->raiz));
        free(*arvore);
        *arvore = NULL;
    }
}

void apagar(NO **raiz)
{
    if(*raiz == NULL)
        return;

    apagar(&((*raiz)->esq));
    apagar(&((*raiz)->dir));

    free(*raiz);
    *raiz = NULL;
}

void arvore_inserir(ARVORE *arvore, int chave)
{
    if(arvore != NULL)
    {
        arvore->raiz = inserir(arvore->raiz, chave);
        arvore->tamanho++;
    }
}
```

```c
NO* inserir(NO *raiz, int chave)
{
    // Adiciona o no quando o no NULO é encontrado.
    if (raiz == NULL) {
        NO* novo_no = (NO*) malloc(sizeof(NO));
        novo_no->chave = chave;
        novo_no->esq =  NULL;
        novo_no->dir = NULL;
        return novo_no;
    }

    // Percorra a subárvore esquerda se os dados
    // forem menores que o nó atual
    if (chave < raiz->chave) {
        raiz->esq = inserir(raiz->esq, chave);
        return raiz;
    }

    // Percorra a subárvore direita se os dados
    // forem maiores que o nó atual
    else if (chave > raiz->chave) {
        raiz->dir = inserir(raiz->dir, chave);
        return raiz;
    }
    else
        return raiz;
}

// Retorna se esse elemento pertence ao arvore.
bool arvore_pertence(ARVORE *arvore, int chave)
{
    if(arvore != NULL)
    {
        return pertence(arvore->raiz, chave);
    }
    return false;
}
```

```c
// Verifica se o elemento está no NO, caso não, verifica-se para os filhos.
bool pertence(NO *raiz, int chave)
{
    if (raiz == NULL)
        return false;

    if(raiz->chave == chave)
        return true;

    return pertence(raiz->esq, chave) || pertence(raiz->dir, chave);
}

// Retorna tamanho da árvore.
int arvore_tamanho(ARVORE *arvore)
{
    if(arvore != NULL)
    {
        return arvore->tamanho;
    }

    return -1; // ERRO.
}
```

## hash.h

```c
#ifndef HASH_H
    #define HASH_H

    #include "arvorebinaria.h"

    typedef struct h hash_t;

    hash_t *hash_criar(int tamanho);
    void hash_inserir(hash_t *hash, int chave);
    bool hash_busca(hash_t *hash, int chave);
    void hash_apagar(hash_t **hash);

#endif
```

## hash.c

```c
#include "hash.h"

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct h {
    ARVORE **tabela;
    int tamanho;
    int fator;
};

int hash_index(hash_t *hash, int chave) {
    return chave % hash->tamanho;
}

int hash2_index(hash_t *hash, int chave) {
    return ((hash->tamanho - 1) - (chave % (hash->tamanho - 1)));
}


hash_t *hash_criar(int tamanho) {
    hash_t *hash = (hash_t*) malloc(sizeof(hash_t));
    if(hash != NULL){
         hash->tabela = (ARVORE**) calloc(tamanho, sizeof(ARVORE*)); // Se for nulo, não há
nó.
         if(hash->tabela == NULL) return NULL; /*Não encerra o programa se a memória estiver
cheia*/
        hash->tamanho = tamanho;
        hash->fator = 0; // Fator de balanceamento.
        return hash;
    }
    return NULL;
}

void hash_inserir(hash_t *hash, int chave) {
    int ind = hash_index(hash, chave);
```

```
    // Verifica se a posição inicial está livre
    if (hash->tabela[ind] == NULL) {
        hash->tabela[ind] = arvore_criar();
        arvore_inserir(hash->tabela[ind], chave);
        hash->fator++;
        return;
    }

    // Verifica se a tabela está 80% preenchida para usar double hashing
    if ((float) hash->fator / hash->tamanho >= 0.8) {
        for (int i = 1; i < hash->tamanho; i++) {
            int index = (ind + i * hash2_index(hash, chave)) % hash->tamanho;
            if (hash->tabela[index] == NULL) {
                hash->tabela[index] = arvore_criar();
                arvore_inserir(hash->tabela[index], chave);
                hash->fator++;
                return;
            }
        }
    }

    // Insere na árvore do índice encontrado inicialmente em caso de colisão
    arvore_inserir(hash->tabela[ind], chave);
}

bool hash_busca(hash_t *hash, int chave) {
    if (!hash || !hash->tabela)  // Verifica se a tabela hash existe.
        return false;

    for(int i = 0; i < hash->tamanho; i++) {
        int index = (hash_index(hash, chave) +
                    i*hash2_index(hash, chave)) % (hash->tamanho);

        if (index < 0 || index >= hash->tamanho) // Verificar os limites do indice.
             continue;

        if(hash->tabela[index] == NULL)
```

```
            return false;

        // Após garantir o intervalo permitido
        // e que existi tal posição, chama-se a função
        if(arvore_pertence(hash->tabela[index], chave))
            return true;
    }
    return false;
}

void hash_apagar(hash_t **hash){
    if(*hash != NULL){
        for(int i = 0; i < (*hash)->tamanho; i++){
            arvore_apagar(&(((*hash)->tabela)[i]));
        }
        free((*hash)->tabela);
        (*hash)->tabela = NULL;
        free(*hash);
        *hash = NULL;
    }
    return;
}
```

## main.c

```
#include "hash.h"

#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

// Modularização.
int achar_sequencia(hash_t *hash, int chave);

int main(void){
    int tamanho;

    scanf("%d", &tamanho);
```

```c
    int *vetor = (int*) malloc(tamanho*sizeof(int));
    hash_t *hashmap = hash_criar(tamanho);

    for(int i = 0; i < tamanho; i++){
        scanf("%d", &vetor[i]);
        hash_inserir(hashmap, vetor[i]);
    }

    int maior_seq = 0;

    for(int i = 0; i < tamanho; i++){
        // Guarde possivel maior sequencial.
        int aux = achar_sequencia(hashmap, vetor[i]);
        if(maior_seq < aux){
            maior_seq = aux;
        }
    }

    printf("%d", maior_seq);

    // Desalocação de memória.
    // hash_apagar(&hashmap);
    free(vetor);
    vetor = NULL;

    return 0;
}

int achar_sequencia(hash_t *hash, int chave){
    // Verificar se é o primeiro da sequencia.
    if(hash_busca(hash, chave-1))
        return -1; // Elemento neutro.
    else{
        int seq = 0; // Guarda tamanho sequencia.
        do{
            chave++; // Checar se existe sucessor.
            seq++; // Aumenta 1 elemento na sequencia.
        }while(hash_busca(hash, chave));
```

```
        return seq;
    }
}
```

**Saída**

Caso teste 9 do run codes(entrada: 600000)

```
$ make run
./main < 9.in
92
Tempo de execução: 452.000000ms
```

## Busca Binária

**Comentário**

Para utilizar a busca binária, tivemos que ordenar o vetor dado. Para isso, utilizamos o algoritmo Mergesort, devido à sua complexidade constante de $O(n\,log(n))$. Após ordenar o vetor, percorremos ele item a item, buscando recursivamente o antecessor do item analisado utilizando a busca binária. Incrementamos o maior tamanho encontrado conforme a busca retorna o antecessor do item.

**Código**

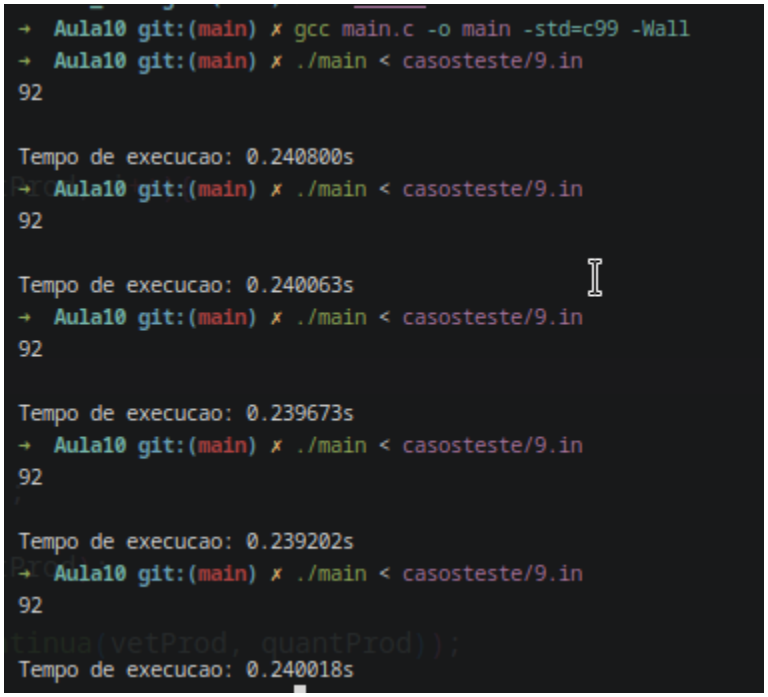
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define ERRO -1

int buscaBinaria(int v[], int inicio, int fim, int chave);
void intercala(int esquerda[], int tamEsq, int direita[], int tamDir, int v[]);
void mergesort(int v[], int tam);
int tamSeqContinua(int v[], int tam);
void buscaRecursiva(int v[], int tam, int chave, int *tamTemp);

int main(void){
 int quantProd;
 scanf("%d", &quantProd);
 int vetProd[quantProd];

 for(int i = 0; i < quantProd; i++){
   int prod;
```

```
    scanf("%d", &prod);
    vetProd[i] = prod;
  }

  mergesort(vetProd, quantProd);

  printf("%d\n", tamSeqContinua(vetProd, quantProd));

  return EXIT_SUCCESS;
}

int tamSeqContinua(int v[], int tam){
  int tamRes = 1;

  for(int i = 0; i < tam; i++){
    int tamTemp = 1;
    buscaRecursiva(v, tam, v[i]-1, &tamTemp);
    if(tamTemp > tamRes) tamRes = tamTemp;
  }

  return tamRes;
}

void buscaRecursiva(int v[], int tam, int chave, int *tamTemp){
  if(buscaBinaria(v, 0, tam-1, chave) == ERRO) return;

  //else:
  (*tamTemp)++;
  buscaRecursiva(v, tam, chave - 1, tamTemp);

  return;
}

void intercala(int esquerda[], int tamEsq, int direita[], int tamDir, int v[]){
  int i=0, e=0, d=0;

  /*escrevendo de volta no vetor v*/
  while((e < tamEsq) && (d < tamDir)){
```

```
   if(esquerda[e] < direita[d]){
     v[i] = esquerda[e];
     e++;
   }
   else{
     v[i] = direita[d];
     d++;
   }
   i++;
 }

 /*caso não sobre elementos em um vetor para compararmos*/
 while(e < tamEsq){
   v[i] = esquerda[e];
   e++;
   i++;
 }
 while(d < tamDir){
   v[i] = direita[d];
   d++;
   i++;
 }

 return;
}

void mergesort(int v[], int tam){
 if(tam == 1){
   return;
 }

 int meio = tam/2;
 int esquerda[meio], direita[tam-meio];

 /*dividindo o vetor v[] em dois (esquerda[] e direita[]), e passando os valores pra cada
um*/
 int e=0, d=0;
 for(int i=0; i<tam; i++){
```

```
   if(i < meio){
     esquerda[e] = v[i];
     e++;
   }
   else{
     direita[d] = v[i];
     d++;
   }
 }

 mergesort(esquerda, meio); //note que v[] é o vetor esquerda[]!
 mergesort(direita, tam-meio);
 intercala(esquerda, meio, direita, tam-meio, v);

 return;
}

int buscaBinaria(int v[], int inicio, int fim, int chave){
 if(inicio > fim) return ERRO;

 int meio = (inicio + fim)/2;

 if(v[meio] == chave){
   return meio;
 }
 else if(chave < v[meio]){
   return buscaBinaria(v, inicio, meio-1, chave);
 }
 else{
   return buscaBinaria(v, meio+1, fim, chave);
 }
}
```

**Saída**


→ Aula10 git:(main) ✗ gcc main.c -o main -std=c99 -Wall
→ Aula10 git:(main) ✗ ./main < casosteste/9.in
92
Tempo de execucao: 0.240800s
→ Aula10 git:(main) ✗ ./main < casosteste/9.in
92
Tempo de execucao: 0.240063s
→ Aula10 git:(main) ✗ ./main < casosteste/9.in
92
Tempo de execucao: 0.239673s
→ Aula10 git:(main) ✗ ./main < casosteste/9.in
92
Tempo de execucao: 0.239202s
→ Aula10 git:(main) ✗ ./main < casosteste/9.in
92
Tempo de execucao: 0.240018s