Pilhas
(IED-001)

Prof. Dr. Silvio do Lago Pereira

Departamento de Tecnologia da Informação

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

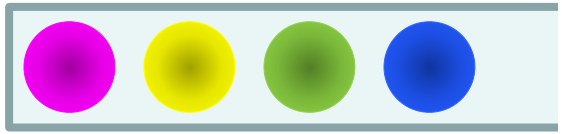
Pilhas

Pilha

é uma lista em que todas as operações de inserção, remoção e acesso são feitas num mesmo extremo, denominado **topo**.

Funcionamento:

- Quando um item é inserido numa pilha, ele é colocado em seu topo.
- Apenas o item no topo da pilha pode ser acessado ou removido.
- Essa política de acesso é denominada **LIFO** (*Last-In/First-Out*).



Exemplos de aplicação:

- Controle de acesso às páginas visitadas num navegador *web*.
- Controle de chamadas e retornos das funções num programa.

Pilha é útil em qualquer situação em que precisamos **inverter** a ordem de uma sequência!

Pilhas

Operações em pilhas

- **`pilha(m)`**
  Cria e devolve uma pilha vazia `P`, com tamanho `m`.
- **`vaziap(P)`**
  Devolve verdade se, e só se, a pilha `P` estiver vazia.
- **`cheiap(P)`**
  Devolve verdade se, e só se, a pilha `P` estiver cheia.
- **`empilha(x,P)`**
  Insere o item `x` no topo da pilha `P`.
- **`desempilha(P)`**
  Remove e devolve o item que estiver no topo de `P`.
- **`topo(P)`**
  Acessa e devolve o item que estiver no topo de `P`.
- **`destroip(&P)`**
  Destrói a pilha `P`.

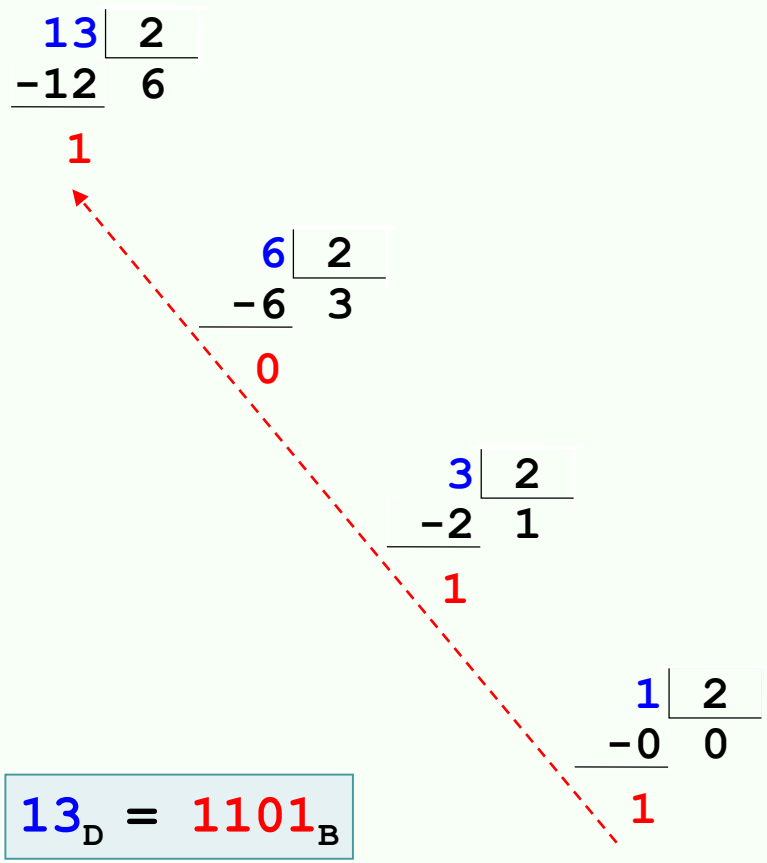
Exemplo 1. Operação, efeito e resultado

`P = pilha(3)`	`[]`	-
`vaziap(P)`	`[]`	1
`cheiap(P)`	`[]`	0
`empilha(1,P)`	`[1]`	-
`empilha(2,P)`	`[1,2]`	-
`empilha(3,P)`	`[1,2,3]`	-
`vaziap(P)`	`[1,2,3]`	0
`cheiap(P)`	`[1,2,3]`	1
`desempilha(P)`	`[1,2]`	3
`desempilha(P)`	`[1]`	2
`empilha(desempilha(P),P)`	`[1]`	-
`empilha(topo(P),P)`	`[1,1]`	-
`vaziap(P)`	`[1,1]`	0
`cheiap(P)`	`[1,1]`	0
`destroip(&P)`	inexistente	-

Vamos começar supondo que esse tipo de dados está disponível no arquivo **`pilha.h`**!

Pilhas

Exemplo 2. Conversão em binário



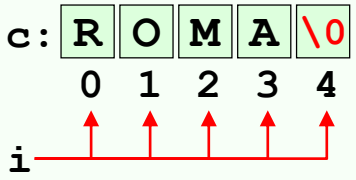
$13_D = 1101_B$

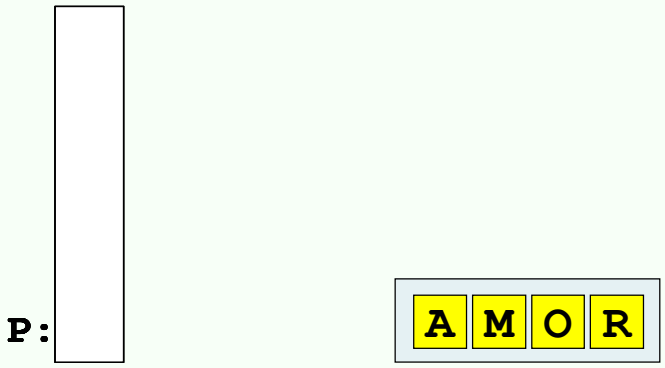
```
#include <stdio.h>
#include "pilha.h"

int main(void) {
    int n;
    Pilha P = pilha(8*sizeof(int));
    printf("Decimal? ");
    scanf("%d",&n);
    do {
        empilha(n%2,P);
        n /= 2;
    } while( n>0 );
    printf("Binario: ");
    while( !vaziap(P) )
        printf("%d",desempilha(P));
    destroip(&P);
    return 0;
}
```

Usamos **<*.h>** para arquivos padrão e **"*.h"** para arquivos definidos pelo programador!

Exemplo 3. Inversão de cadeia






```c
#include <stdio.h>
#include "pilha.h"

int main(void) {
    char  c[513];
    Pilha P = pilha(513);
    printf("Cadeia? ");
    gets(c);
    for(int i=0; c[i]; i++)
        empilha(c[i],P);
    printf("Inverso: ");
    while( !vaziap(P) )
        printf("%c", desempilha(P));
    puts("\n");
    destroip(&P);
    return 0;
}
```

Como o tipo **`Pilha`** e suas operações são definidos no arquivo **`pilha.h`**?

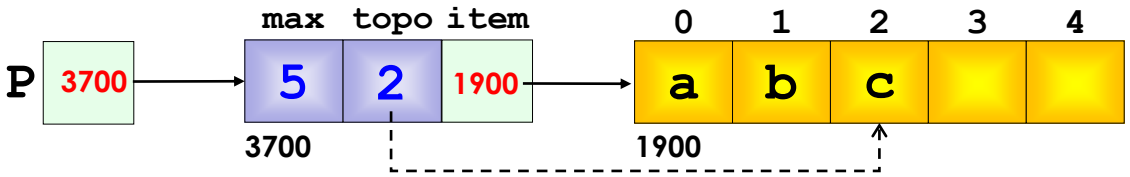
Pilhas

Exemplo 4. O tipo `Pilha`

```
typedef char Itemp;

typedef struct pilha {
    int     max;
    int     topo;
    Itemp *item;
} *Pilha;
```

Pilha ≡ struct pilha *



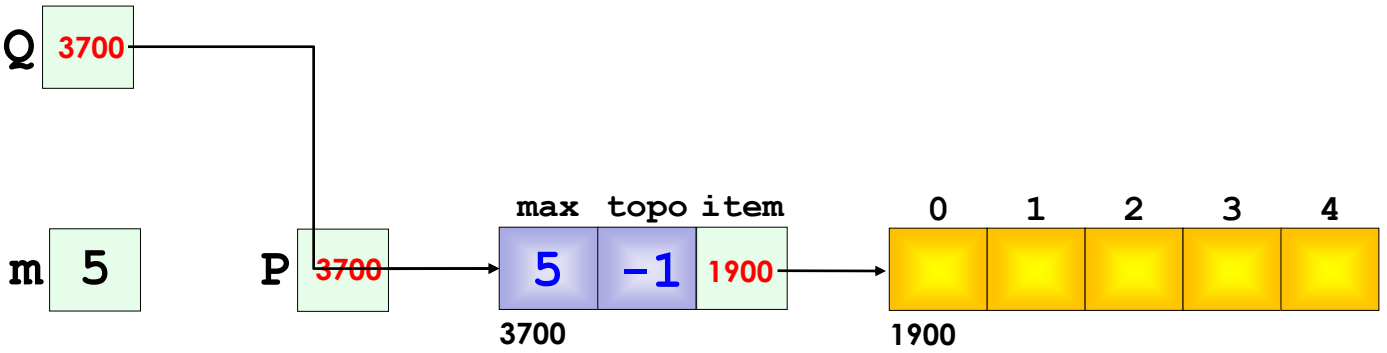
Note que o tipo **`Itemp`** pode ser redefinido, em função da aplicação que usa o tipo **`Pilha`**!

Pilhas

Exemplo 5. Criação de pilha vazia

```
Pilha pilha(int m) {
    Pilha P = malloc(sizeof(struct pilha));
    P->max  = m;
    P->topo = -1;
    P->item = malloc(m*sizeof(Itemp));
    return P;
}
```

```
Pilha Q = pilha(5);
```



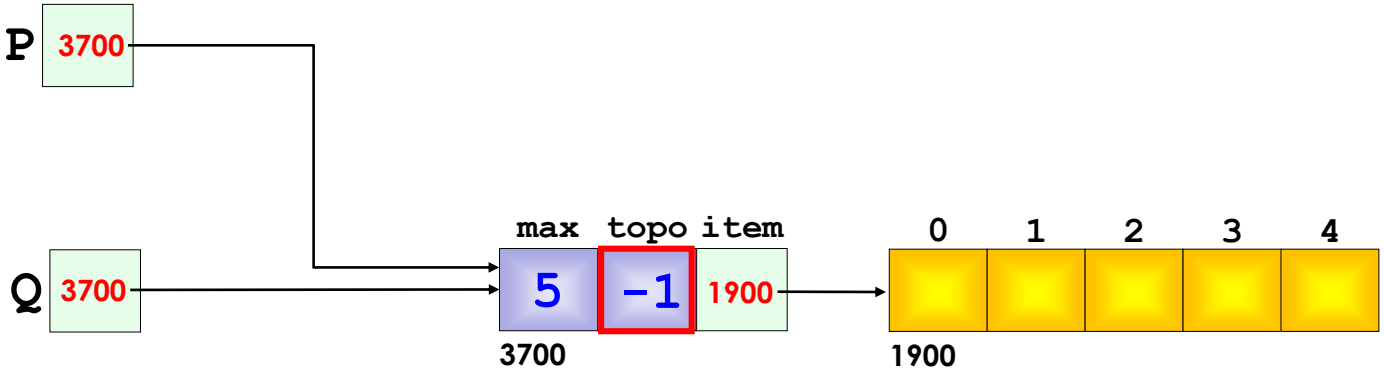
Note que o nome **`Pilha`** identifica o tipo, enquanto o nome **`pilha`** identifica a função!

Pilhas

Exemplo 6. Teste de pilha vazia

```
int vaziap(Pilha P) {
    if( P->topo == -1 )
        return 1;
    else
        return 0;
}
```

```
vaziap(Q)
```



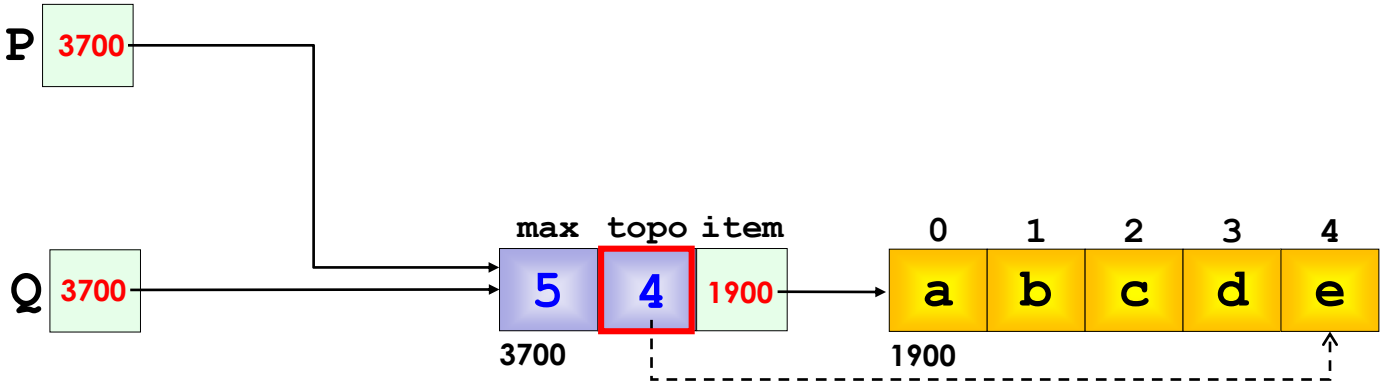
A pilha está vazia quando o seu campo **topo** tem valor **-1**!

Pilhas

Exemplo 7. Teste de pilha cheia

```
int cheiap(Pilha P) {
    if( P->topo == P->max-1 )
        return 1;
    else
        return 0;
}
```

```
cheiap(Q)
```



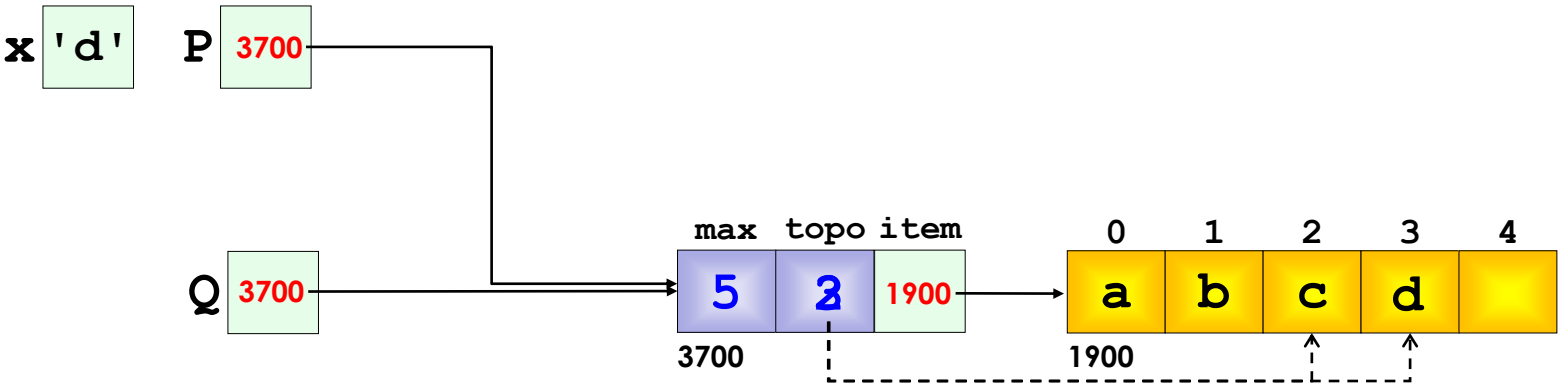
A pilha está cheia quando o seu campo **topo** tem valor **max-1**!

Pilhas

Exemplo 8. Inserção em pilha

```
void empilha(Itemp x, Pilha P) {
    if( cheiap(P) ) {
        puts("pilha cheia!");
        abort();
    }
    P->topo++;
    P->item[P->topo] = x;
}
```

```
empilha('d',Q)
```



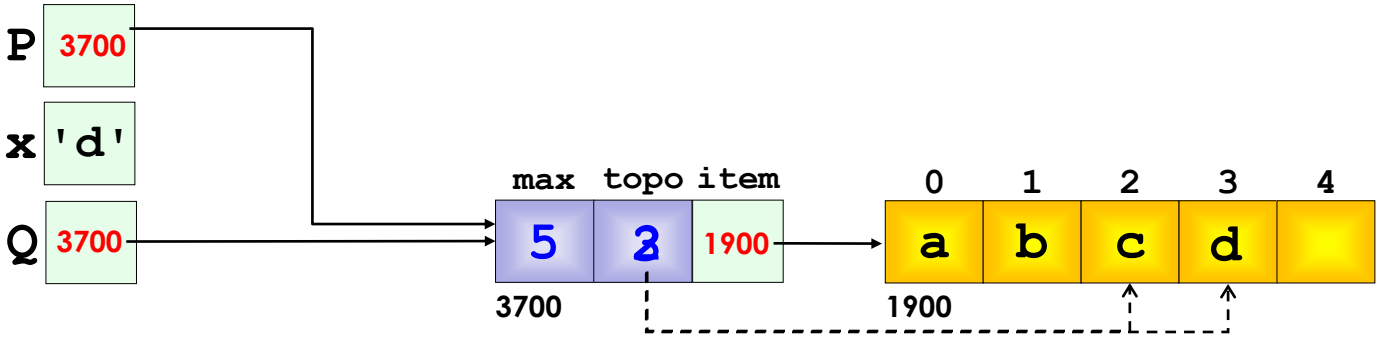
A tentativa de **inserção** em pilha cheia causa o erro de ***stack overflow***!

Pilhas

Exemplo 9. Remoção em pilha

```
Itemp desempilha(Pilha P) {
    if( vaziap(P) ) {
        puts("pilha vazia!");
        abort();
    }
    Itemp x = P->item[P->topo];
    P->topo--;
    return x;
}
```

```
desempilha(Q)
```



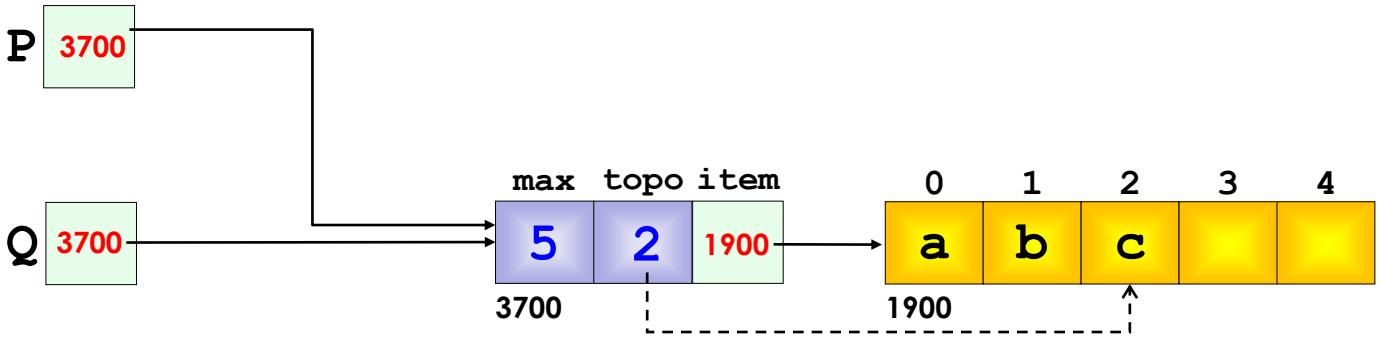
A tentativa de **remoção** em pilha vazia causa o erro de ***stack underflow***!

Pilhas

Exemplo 10. Acesso em pilha

```
Itemp topo(Pilha P) {
    if( vaziap(P) ) {
        puts("pilha vazia!");
        abort();
    }
    return P->item[P->topo];
}
```

topo(Q)

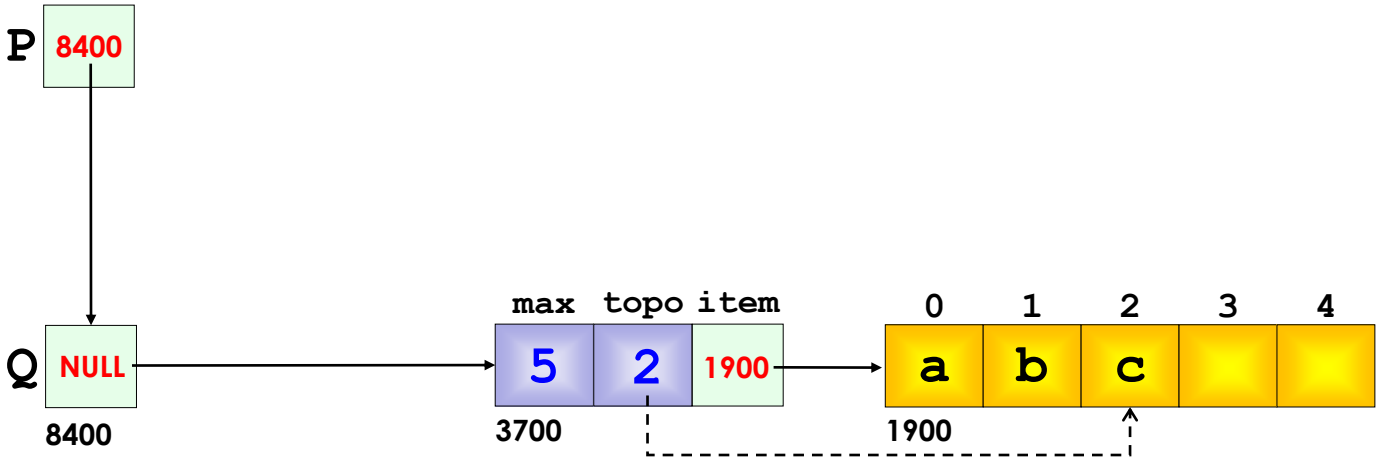


A tentativa de **acesso** em pilha vazia causa o erro de ***stack underflow***!

Exemplo 11. Destruição de pilha

```
void destroip(Pilha *P) {
    free((*P)->item);
    free(*P);
    *P = NULL;
}
```

```
destroip(&Q)
```



Após a destruição da pilha, ela não pode mais ser acessada!

Pilhas

Exercício 1. Ordenação crescente

Crie um programa que usa duas pilhas **`A`** e **`B`** para ordenar uma sequência de ***n*** números dados pelo usuário. A ideia é organizar a pilha **`A`** de modo que nenhum item seja empilhado sobre outro menor (use a pilha **`B`** apenas para manobra) e, depois, descarregar e exibir os itens da pilha **`A`**.

Exercício 2. Ordenação decrescente e sem repetição

Faça a alteração mínima necessária para que o programa do exercício anterior ordene os números em ordem decrescente, eliminando números repetidos.

Exercício 3. Inversão de palavras

Usando uma pilha, crie um programa para inverter a ordem das letras nas palavras de uma frase, sem inverter a ordem das palavras na frase. Por exemplo, se for digitada a frase **`"apenas um teste"`**, o programa deverá produzir a seguinte saída: **`sanepa mu etset`**.

Exercício 4. Balanceamento de parênteses

Usando pilha, crie uma função para verificar se uma expressão composta apenas por chaves, colchetes e parênteses, representada por uma cadeia de caracteres, está ou não balanceada. Por exemplo, as expressões `"[{()()}{}]"` e `"{[([{}])]}"` estão balanceadas, mas as expressões `"{[(}])"` e `"{[)()(]}"` não estão.

Pilhas

Exercício 5. Pilha de strings [versão 1]

Qual será a saída, se o usuário digite as cadeias **"um"**, **"dois"** e **"tres"**? Por quê?

```
#include <stdio.h>
#include "pilha.h" // pilha de char *
int main(void) {
   Pilha P = pilha(5);
   char s[11];
   for(int i=1; i<=3; i++) {
      printf("? ");
      gets(s);
      empilha(s,P);
   }
   while( !vaziap(P) ) puts(desempilha(P));
   return 0;
}
```

Exercício 6. Pilha de strings [versão 2]

Use **_strdup(s)**, declarada em **string.h**, para corrigir o programa do exercício anterior. Essa função duplica a cadeia **s** num área de memória, alocada pela função **malloc()**, e devolve o endereço dessa área. Depois de usada, essa cópia pode ser destruída com a função **free()**.

Fim