# Melhores momentos

# AULA 11

# Interfaces

Uma **interface** (=*interface*) é uma fronteira entre entre a implementação de um biblioteca e o programa que usa a biblioteca.

Um **cliente** (=*client*) é um programa que chama alguma função da biblioteca.

Implementação

```
double sqrt(double x){
  [...]
return raiz;
}
        [...]
```

libm

Interface

```
double sqrt(double);
double sin(double);
double cos(double);
double pow(double,double);
        [...]
```

math.h

Cliente

```
#include <math.h>

        [...]
 c = sqrt(a*a+b*b);
        [...]
```

prog.c

# Interfaces

Não sabemos como a pilha está implementada.

```
char *infixaParaPosfixa(char *inf) {
   [ ...]
stackInit(n) /* inicializa a pilha */

   [ ...]
            stackPush(inf[i]);
            while((x = stackPop()) != '(')
               posf[j++] = x;
            break;
```

# Interfaces

```
[ ...]
        while (!stackEmpty()
            && (x = stackTop()) != '(')
            posf[j++] = stackPop();
        stackPush(inf[i]);
[ ...]
while (!stackEmpty())
    posf[j++] = stackPop()
posf[j] = '\0'; /* fim expr polonesa */
stackFree();
```

# AULA 12

# Troca de semana de break

Estarei afastada na semana de 3 a 9 de novembro, que é a semana anterior à terceira semana de break do BCC.

Gostaria assim de mudar as aulas da semana de 3 a 9 de novembro para a semana seguinte, dias 12 e 14 de novembro.

# PilhaS implementadaS em lista encadeada

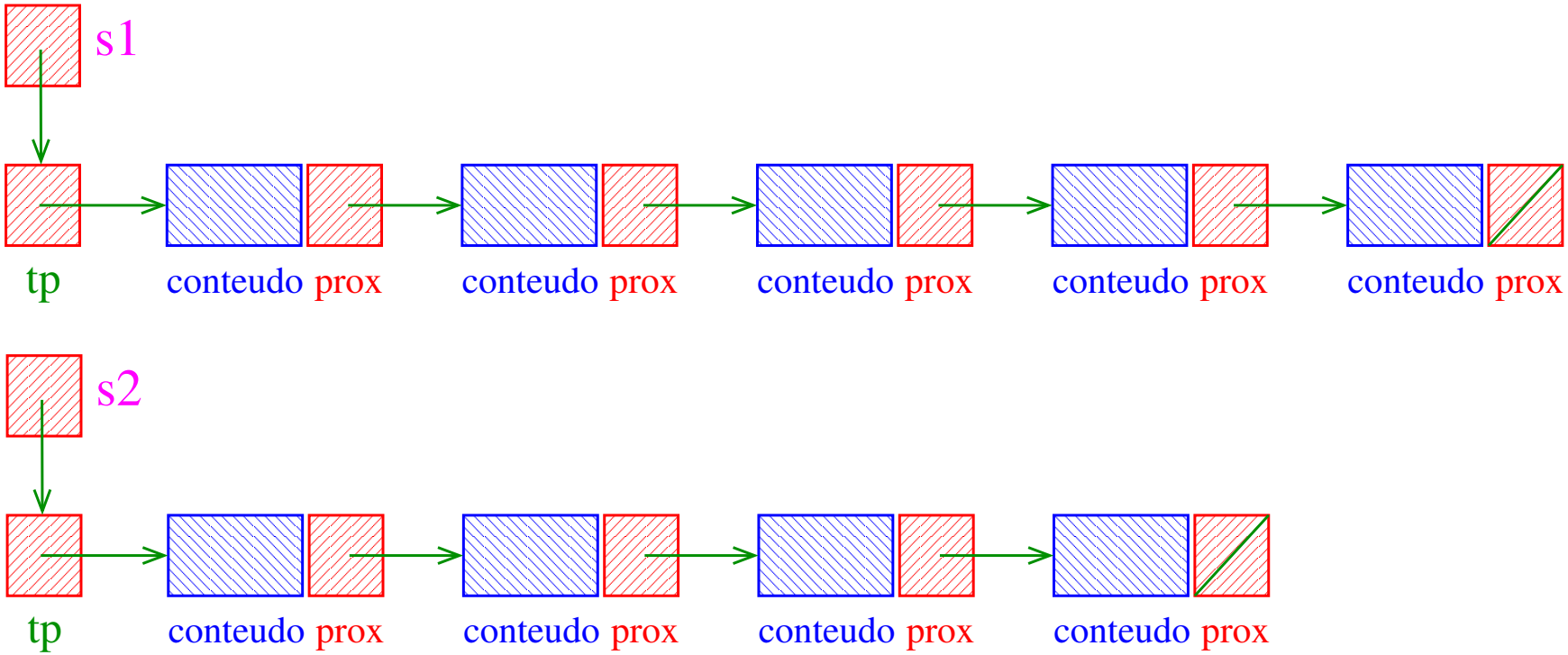

Fonte: http://www.dumpanalysis.org/

PF 6.3, S 4.4

http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/pilha.html

# PilhaS implementadaS em listaS encadeadaS

As pilhas serão armazenada em **listaS encadeadaS** sem **cabeça**.



# PilhaS implementadaS em listaS encadeadaS

Para cada pilha há um ponteiro `tp` para a lista.

`tp->conteudo` é o elemento do `topo` da pilha.

Uma pilha `s` está vazia se "`s->tp == NULL`".

Uma pilha está cheia se . . . acabou a memória disponível.

# Interface stack.h

```
/*
* stack.h
* INTERFACE: funcoes para manipular uma
* pilha
*/
Stack stackInit(int);
int stackEmpty(Stack);
void stackPush(Stack,Item);
Item stackPop(Stack);
Item stackTop(Stack);
void stackFree(Stack);
void stackDump(Stack);
```

# Infixa para posfixa novamente...

Recebe uma expressão infixa `inf` e devolve a correspondente expressão posfixa.

```
char *infixaParaPosfixa(char *inf) {
   char *posf; /* expressao polonesa */
   int n = strlen(inf);
   int i; /* percorre infixa */
   int j; /* percorre posfixa */
   Stack s; /* PILHA */

   /*aloca area para expressao polonesa*/
   posf = mallocSafe((n+1)*sizeof(char));
   /* O '+1' eh para o '\0' */
```

# case '('

```
s = stackInit(n) /* inicializa a pilha */

/* examina cada item da infixa */
for (i = j = 0; i < n; i++) {
   switch (inf[i]) {
       char x; /* item do topo da pilha */
       case '(':
           stackPush(s,inf[i]);
           break;
```

# case ')'

```
case ')':
    while((x = stackPop(s)) != '(')
        posf[j++] = x;
    break;
```

# case '+', case '-'

```
case '*':
case '/':
    while (!stackEmpty(s)
        && (x = stackTop(s)) != '(')
        posf[j++] = stackPop(s);
    stackPush(s,inf[i]);
    break;
```

# case '*', case '/'

```
case '*':
case '/':
    while (!stackEmpty()
        && (x = stackTop(s)) != '('
        && x != '+' && x != '-')
        posf[j++] = stackPop(s);
    stackPush(s,inf[i]);
    break;
```

# default

```
        default:
            if(inf[i] != ' ')
                posf[j++] = inf[i];
    } /* fim switch */
} /* fim for (i=j=0...)  */
```

# Finalizações

```
    /* desempilha todos os operandos que
        restaram */
    while (!stackEmpty(s))
        posf[j++] = stackPop(s)
    posf[j] = '\0'; /* fim expr polonesa */
    stackFree(s);
    return posf;
} /* fim funcao */
```

# Implementação stack.c

```
#include "item.h"
/* PILHA: implementacao em lista encadeada
 */
typedef struct stackNode* Link;
struct stackNode{
   Item conteudo;
   Link prox;
};
struct stack {
   Link tp;
};
typedef struct stack *Stack;
```

# Implementação stack.c

```
Stack
stackInit(int n)
{
   Stack s = mallocSafe(sizeof *s);

   s->tp = NULL;
   return s;
}
```

# Implementação stack.c

```
int
stackEmpty(Stack s)
{
   return s->tp == NULL;
}
```

# Implementação stack.c

```
void
stackPush(Stack s, Item item)
{
   Link nova = mallocSafe(sizeof *nova);

   nova->conteudo = item;
   nova->prox = s->tp;
   s->tp = nova;
}
```

# Implementação stack.c

```
Item
stackPop(Stack s)
{
   Link p = s->tp;
   Item conteudo = p->conteudo;

   s->tp = p->prox;
   free(p);
   return conteudo;
}
```

# Implementação stack.c

```
Item
stackTop(Stack s)
{
   return s->tp->conteudo;
}
```

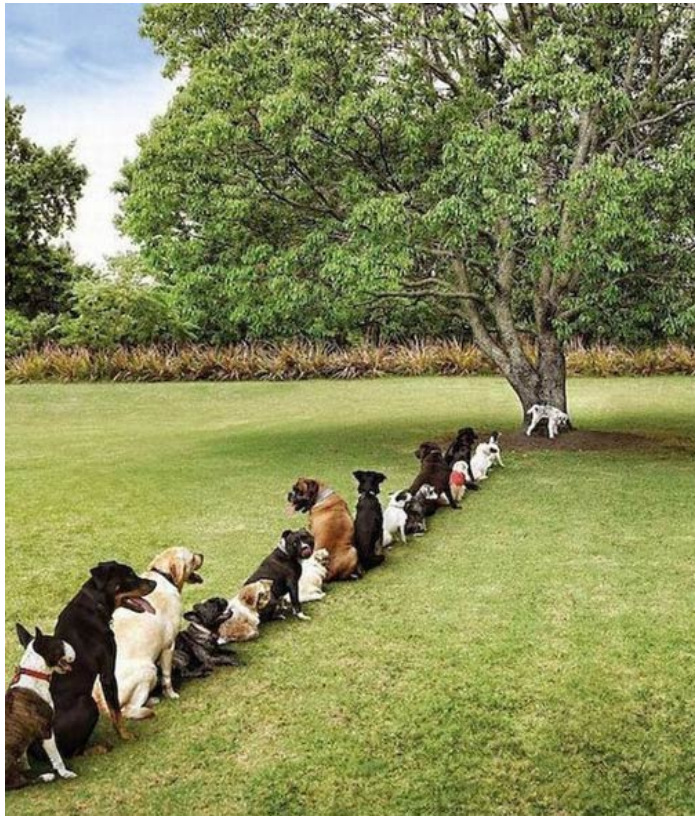
# Implementação stack.c

```
void
stackFree(Stack s)
{
   while (s->tp != NULL)
   {
       Link p = s->tp;
       s->tp = p->prox;
       free(p);
   }
   free(s);
}
```

# Implementação stack.c

```
void
stackDump() {
   Link p = s->tp;

   fprintf(stdout,"pilha :  ");
   if (p==NULL) fprintf(stdout,"vazia.");
   while (p != NULL) {
       fprintf(stdout, "%c ", p->conteudo);
       p = p->prox;
   }
   fprintf(stdout,"\n");
}
```

# Filas



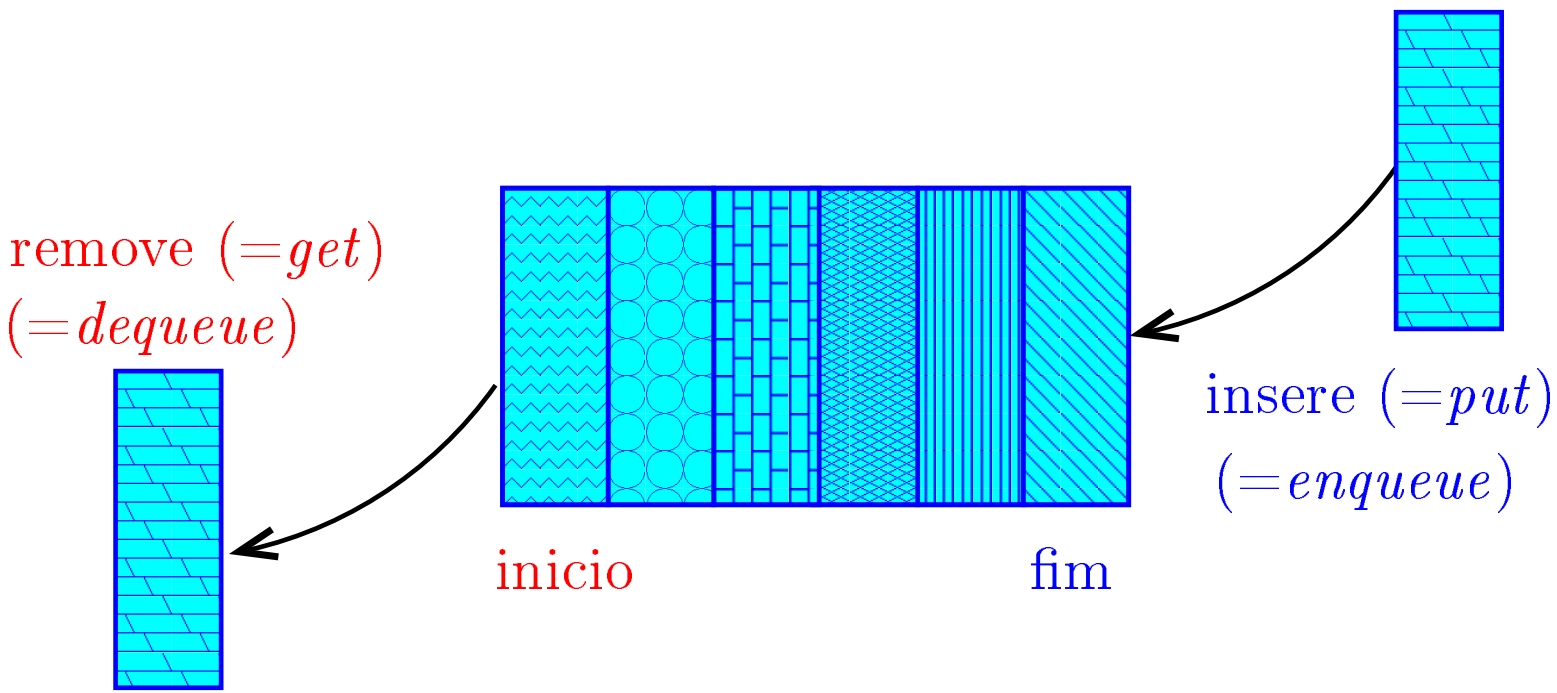
Fonte: http://www.boreme.com/

PF 5.1

http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/fila.html

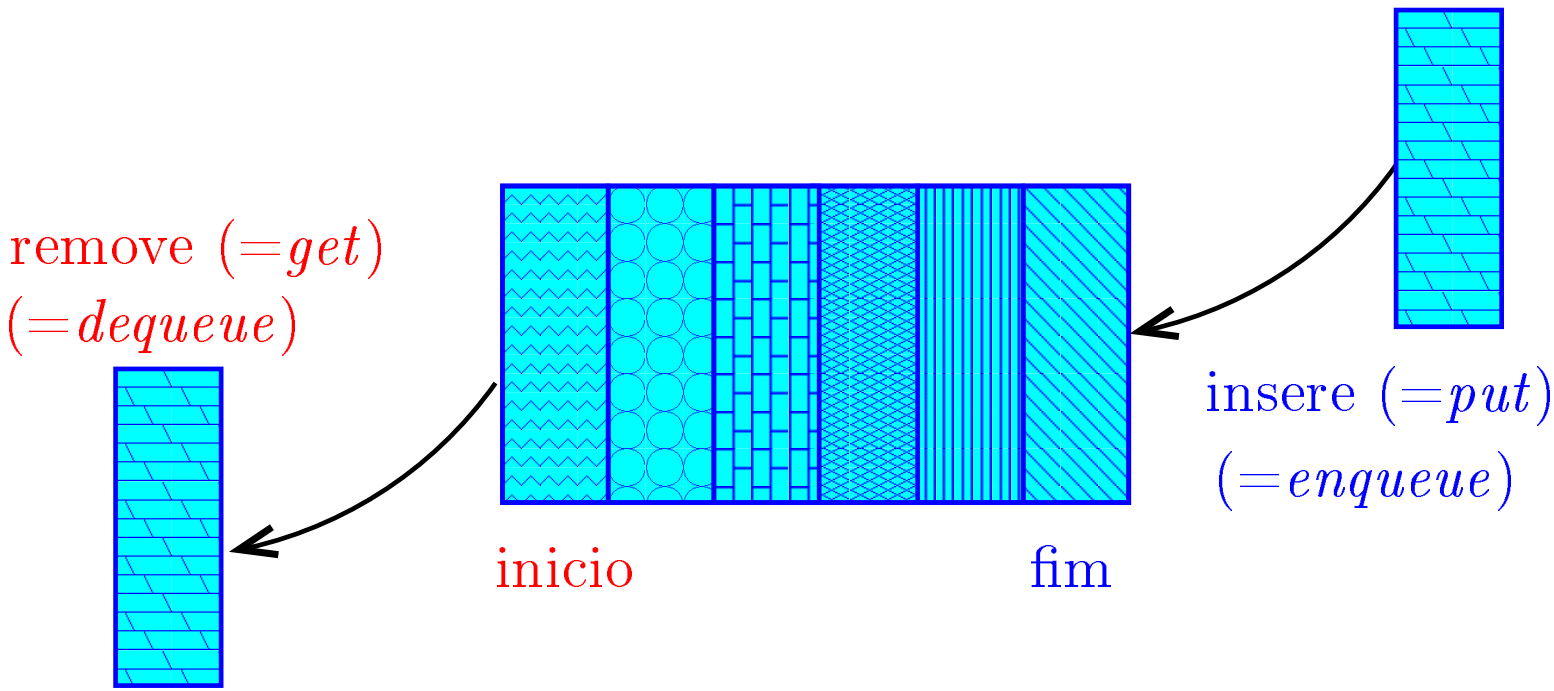
# Filas

Uma **fila** (=*queue*) é uma lista dinâmica em que todas as inserções são feitas em uma extremidade chamada de **fim** e todas as remoções são feitas na outra extremidade chamada de **início**.



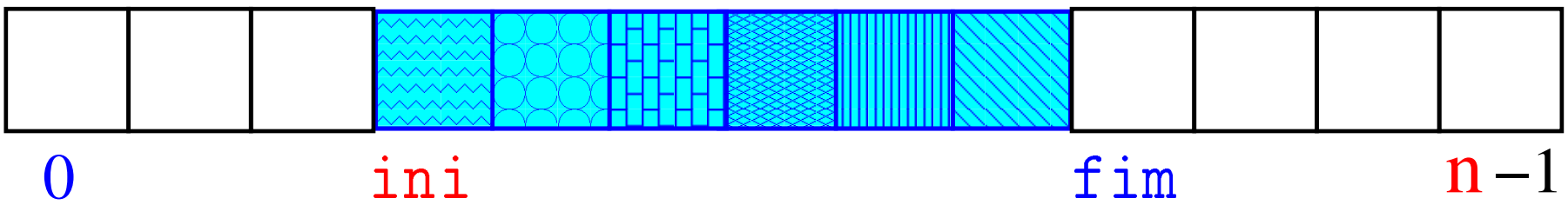
# Filas

Assim, o primeiro objeto a ser removido de uma fila é o primeiro que foi inserido. Esta política de manipulação é conhecida pela sigla **FIFO** (=*First In First Out*)



# Implementação em um vetor

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




O índice `ini` indica o primeiro da fila.

O índice `fim-1` indica o último da fila.

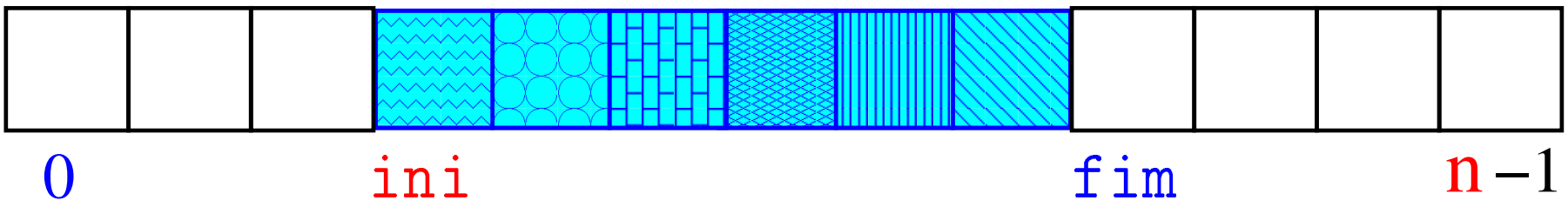
`fim` é a primeira posição vaga da fila.

A fila está vazia se "`ini == fim`"

A fila está cheia se "`fim == n`".

# Implementação em um vetor

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




Para remover (=*dequeue*=*get*) um elemento faça

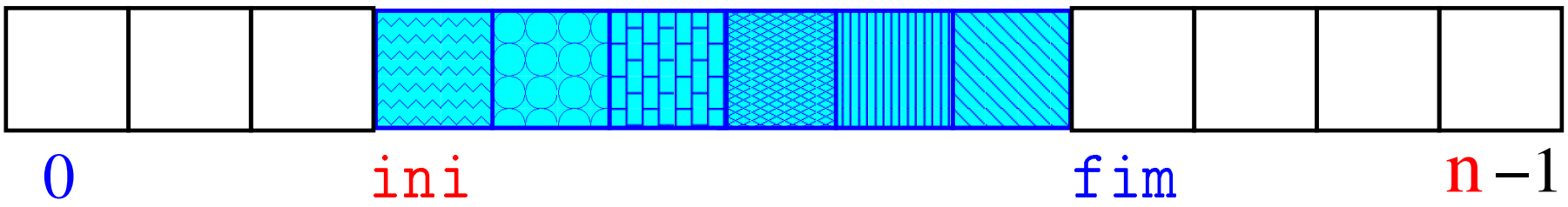
```
x = q[ini++];
```

que é equivalente a

```
x = q[ini];
ini += 1;
```

# Implementação em um vetor

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




Para inserir (=*queue*=*put*) um elemento faça

```
q[fim++] = x;
```

que é equivalente a

```
q[fim] = x;
fim += 1;
```

# Distâncias

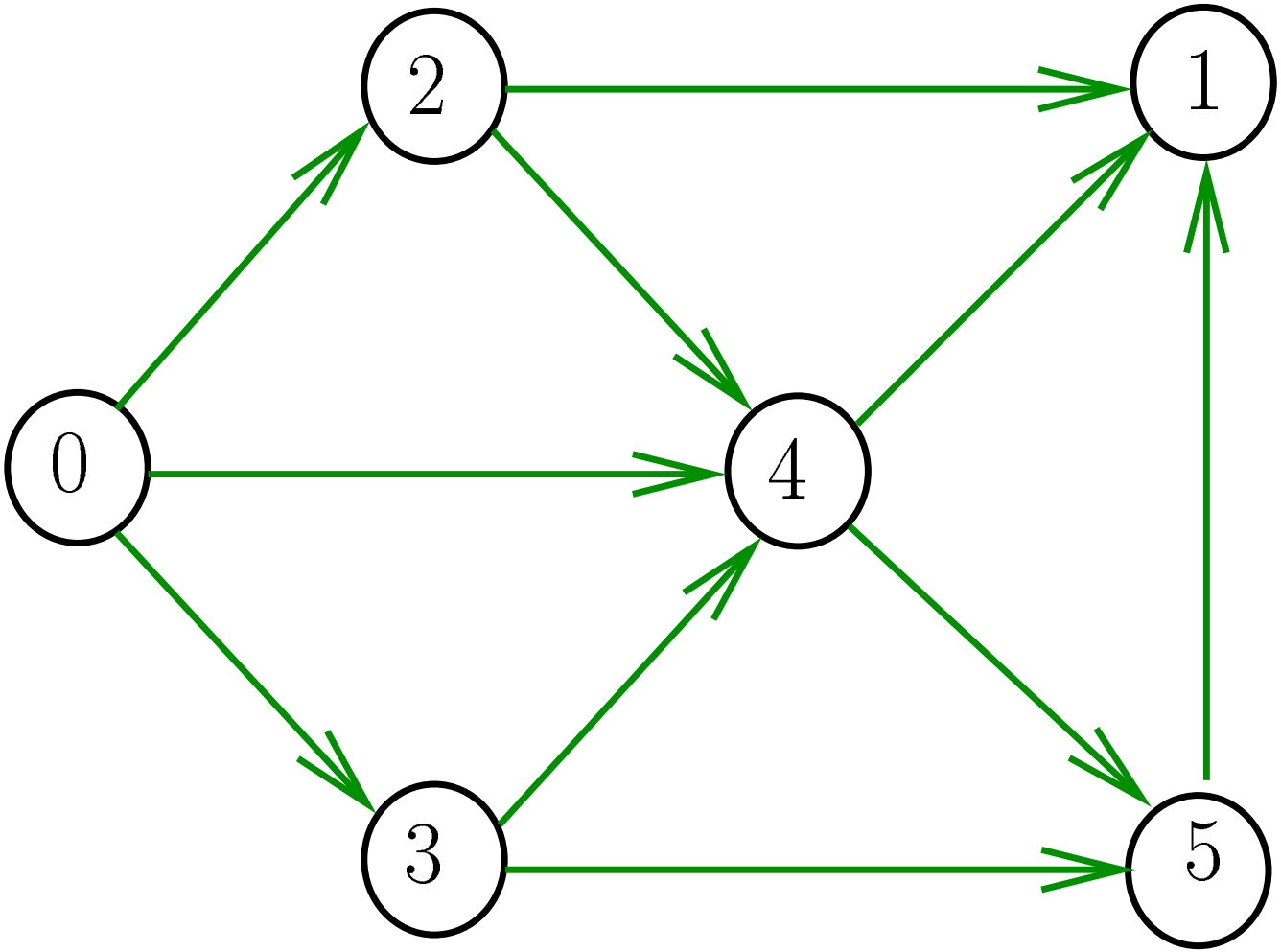

Fonte: http://vandanasanju.blogspot.com.br/

PF 5.2

http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/fila.html

# Rede de estradas

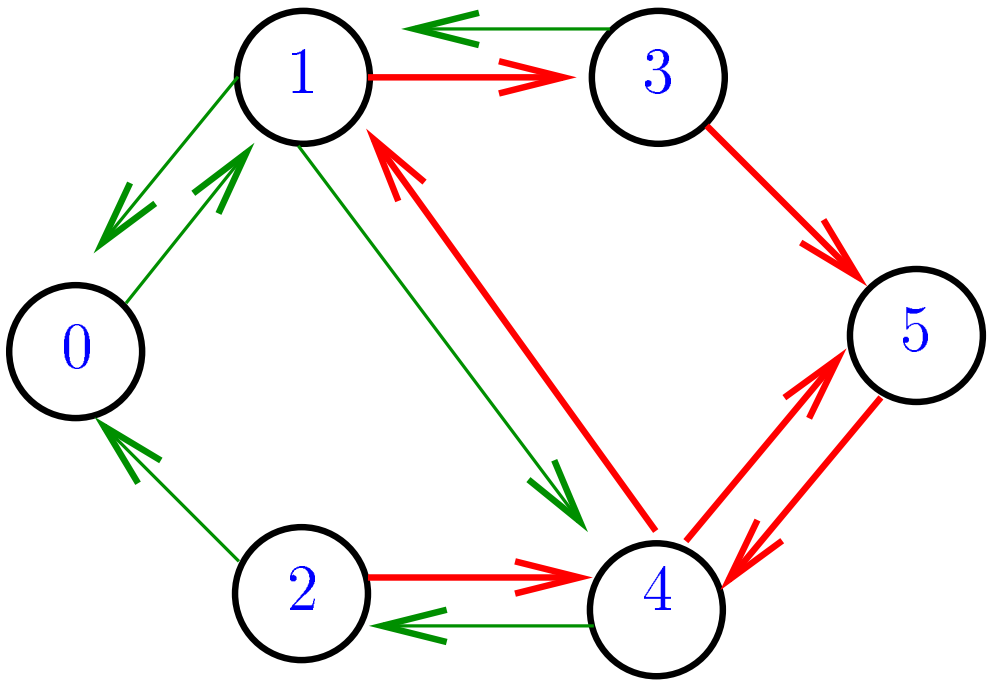
Considere `n` cidades numeradas de 0 a `n`–1 interligadas por estradas de mão única.



# Comprimento

O **comprimento** de um caminho é o número de estradas no caminho, contando-se as repetições

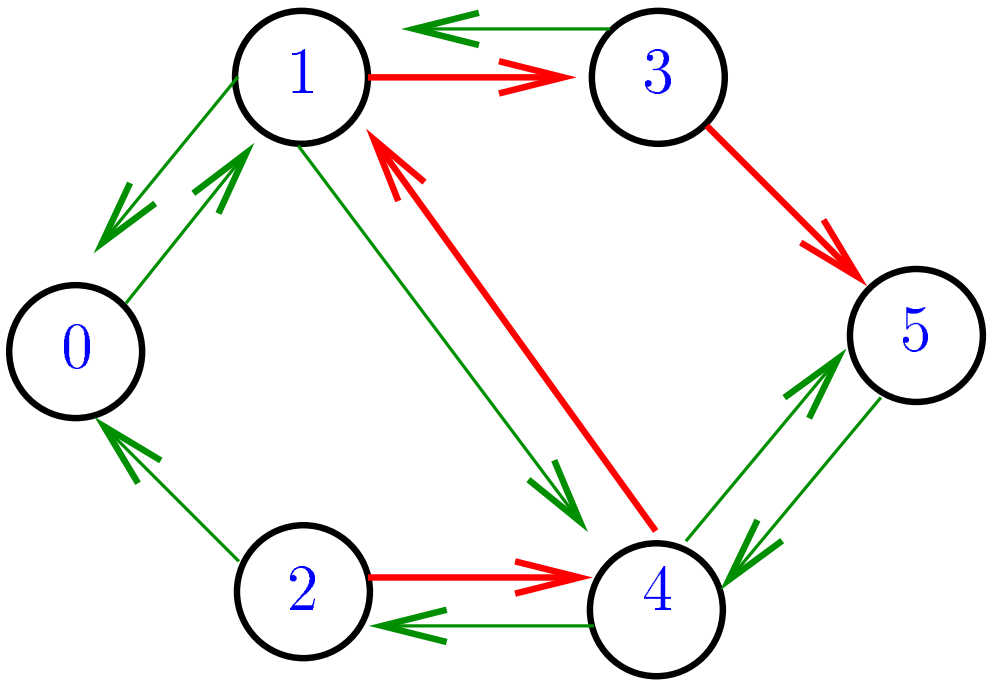
Exemplo: 2-4-1-3-5-4-5 tem comprimento 6



# Comprimento

O **comprimento** de um caminho é o número de estradas no caminho, contando-se as repetições.

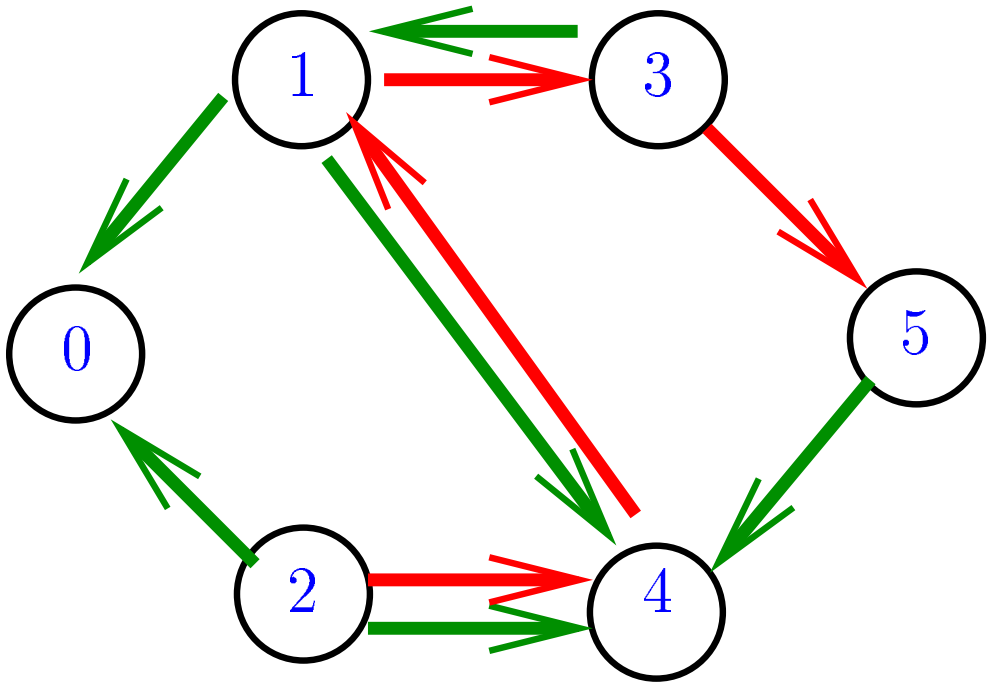
Exemplo: 2-4-1-3-5 tem comprimento 4



# Distância

A **distância** de uma cidade `c` a uma cidade `i` é o menor comprimento de um caminho de `c` a `i`. Se não existe caminho de `c` a `i`, a distância é "**infinita**".

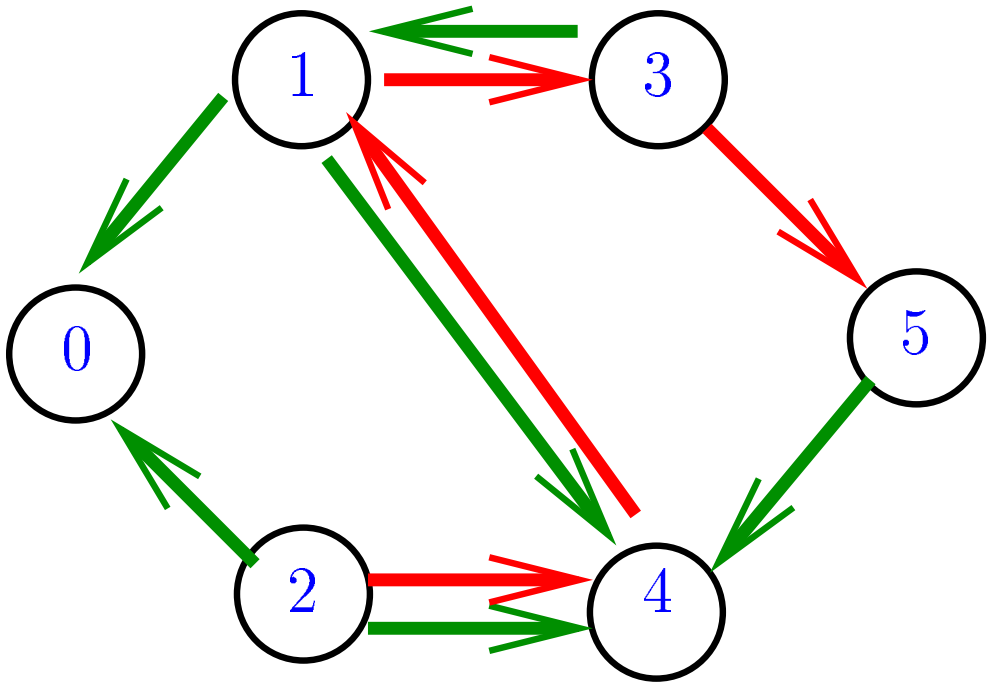
Exemplo: a distância de 2 a 5 é 4



# Distância

A **distância** de uma cidade `c` a uma cidade `i` é o menor comprimento de um caminho de `c` a `i`. Se não existe caminho de `c` a `i`, a distância é "**infinita**".

Exemplo: a distância de 0 a 2 é infinita

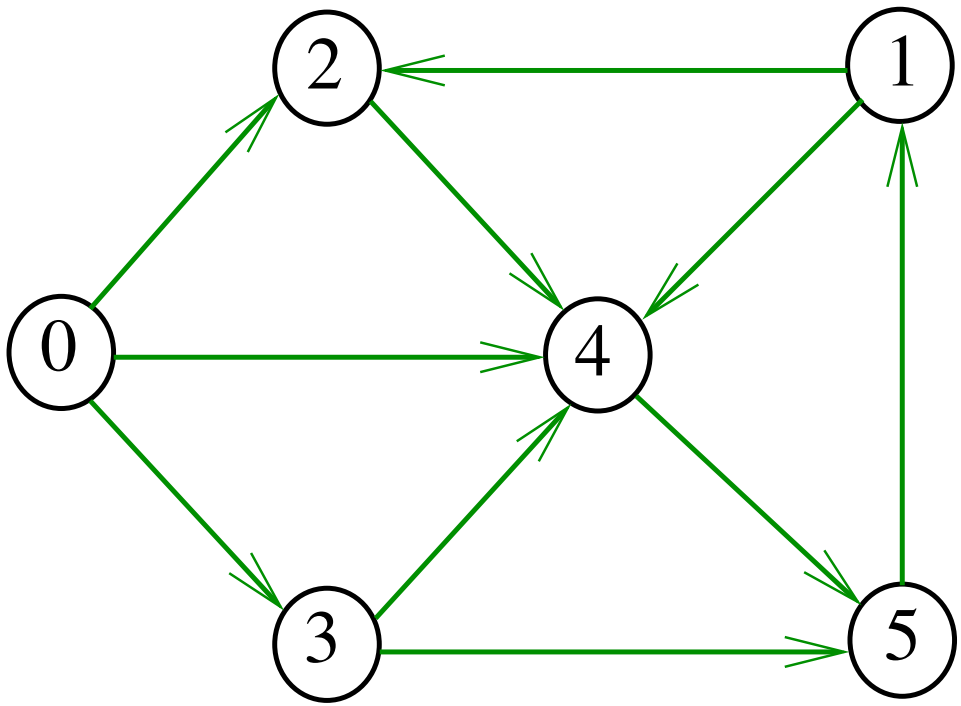


# Calculando distâncias

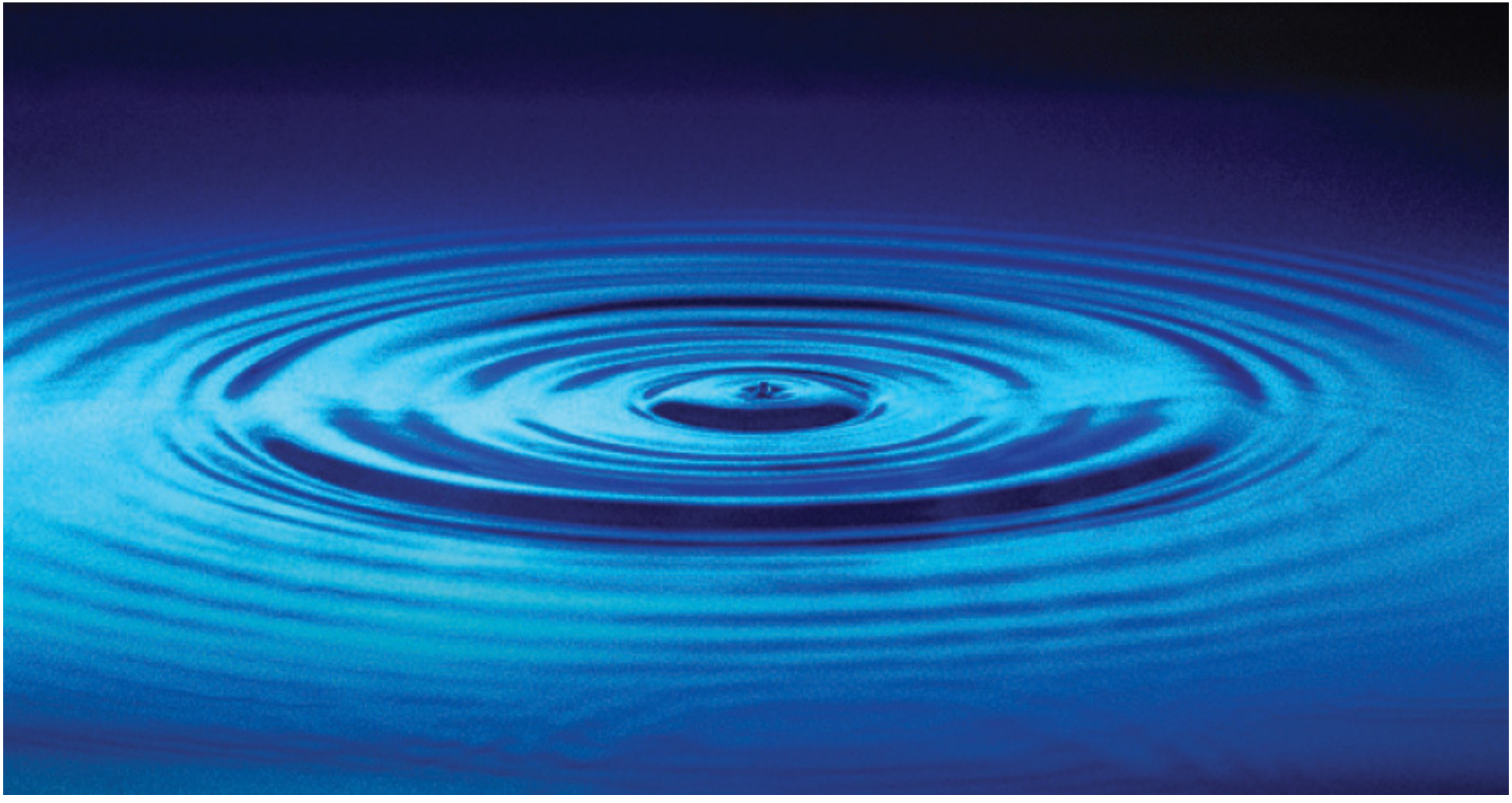
Problema: dada um rede de estradas e uma cidade c, determinar a distância de c a cada uma das demais cidades.

Exemplo: para c = 0

| i | **0** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Calculando distâncias

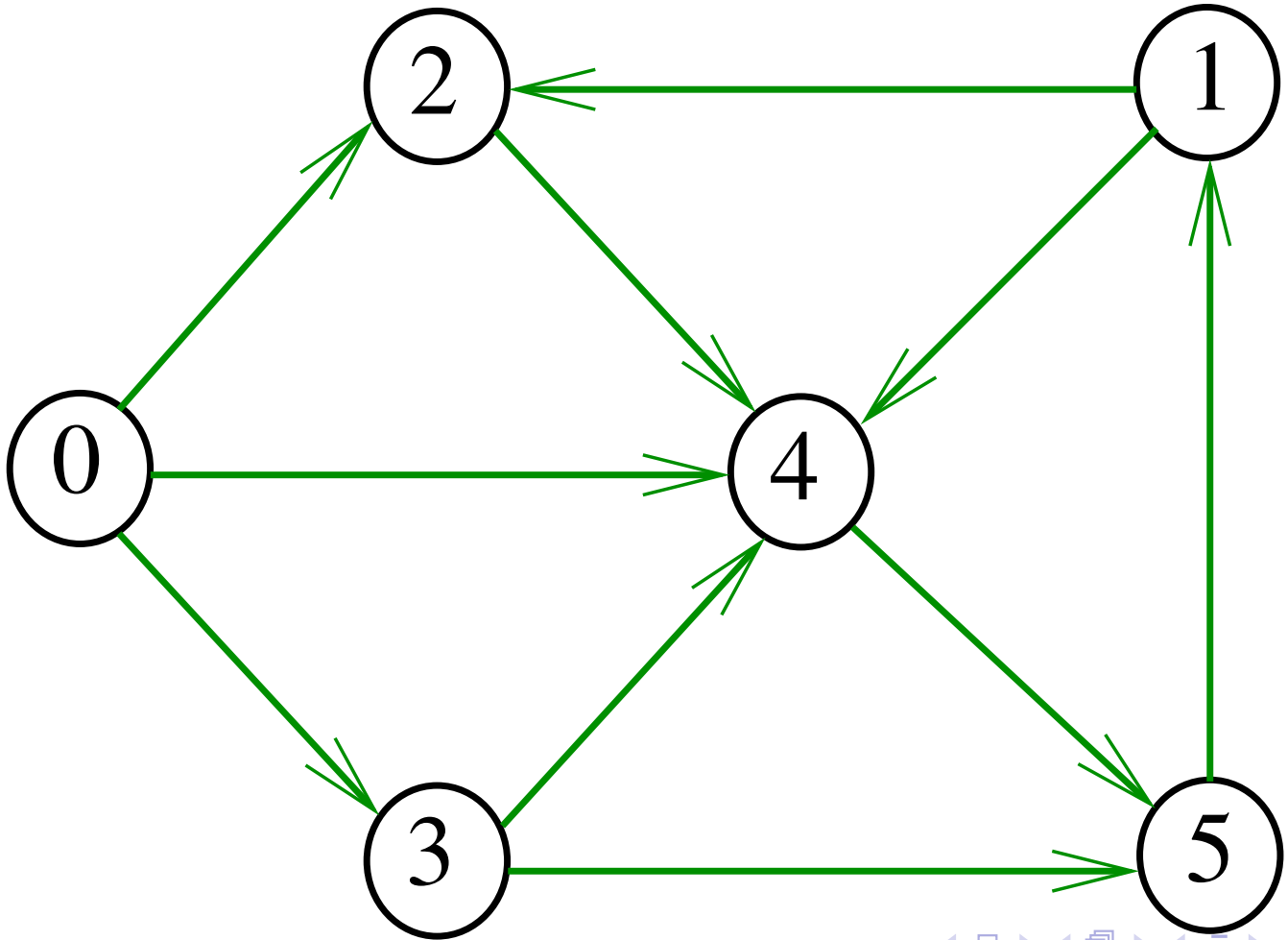


Fonte: http://catalog.flatworldknowledge.com/bookhub/

# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | | | | | | |

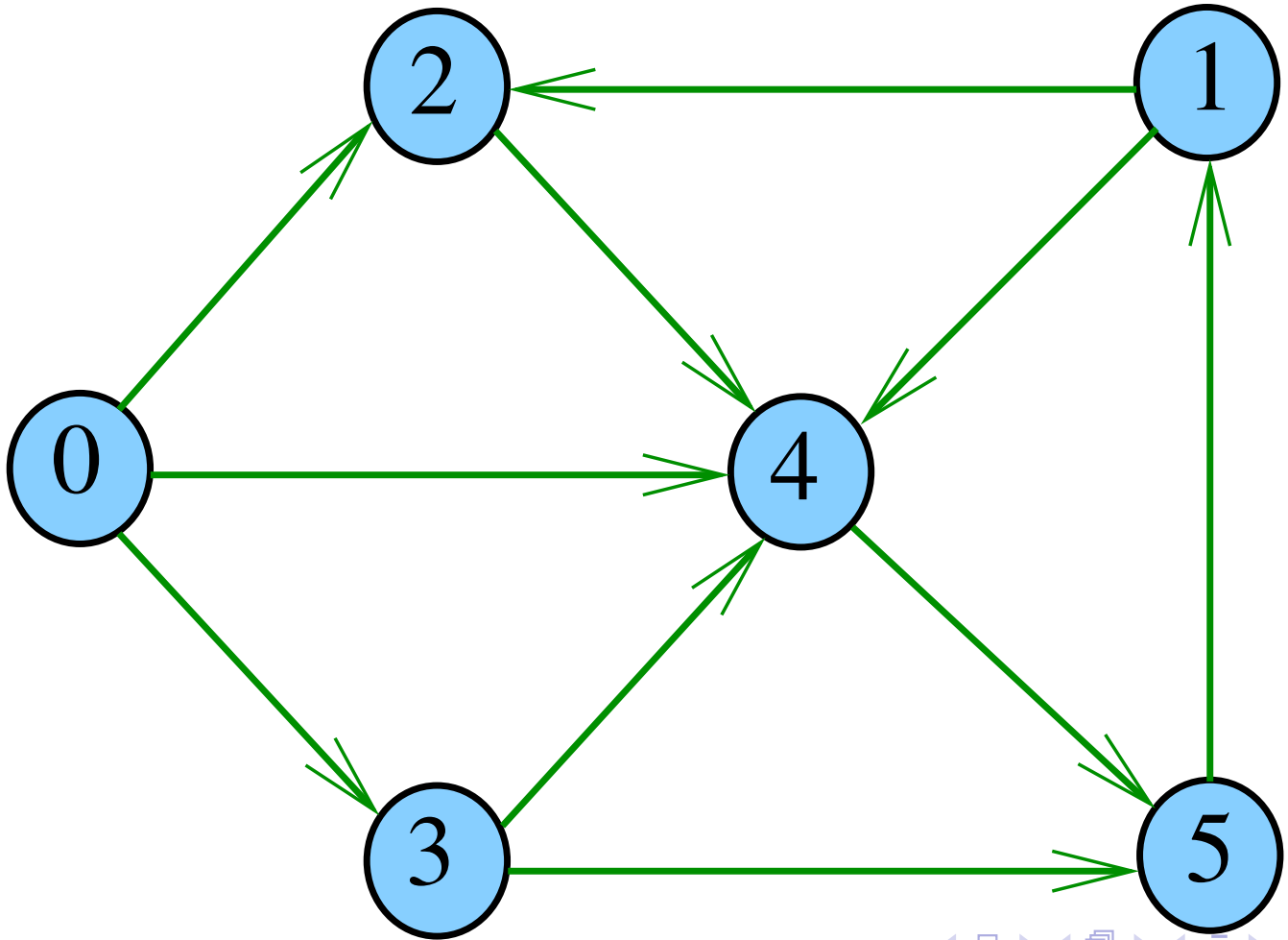
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | | | | | | |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | | | | | | |

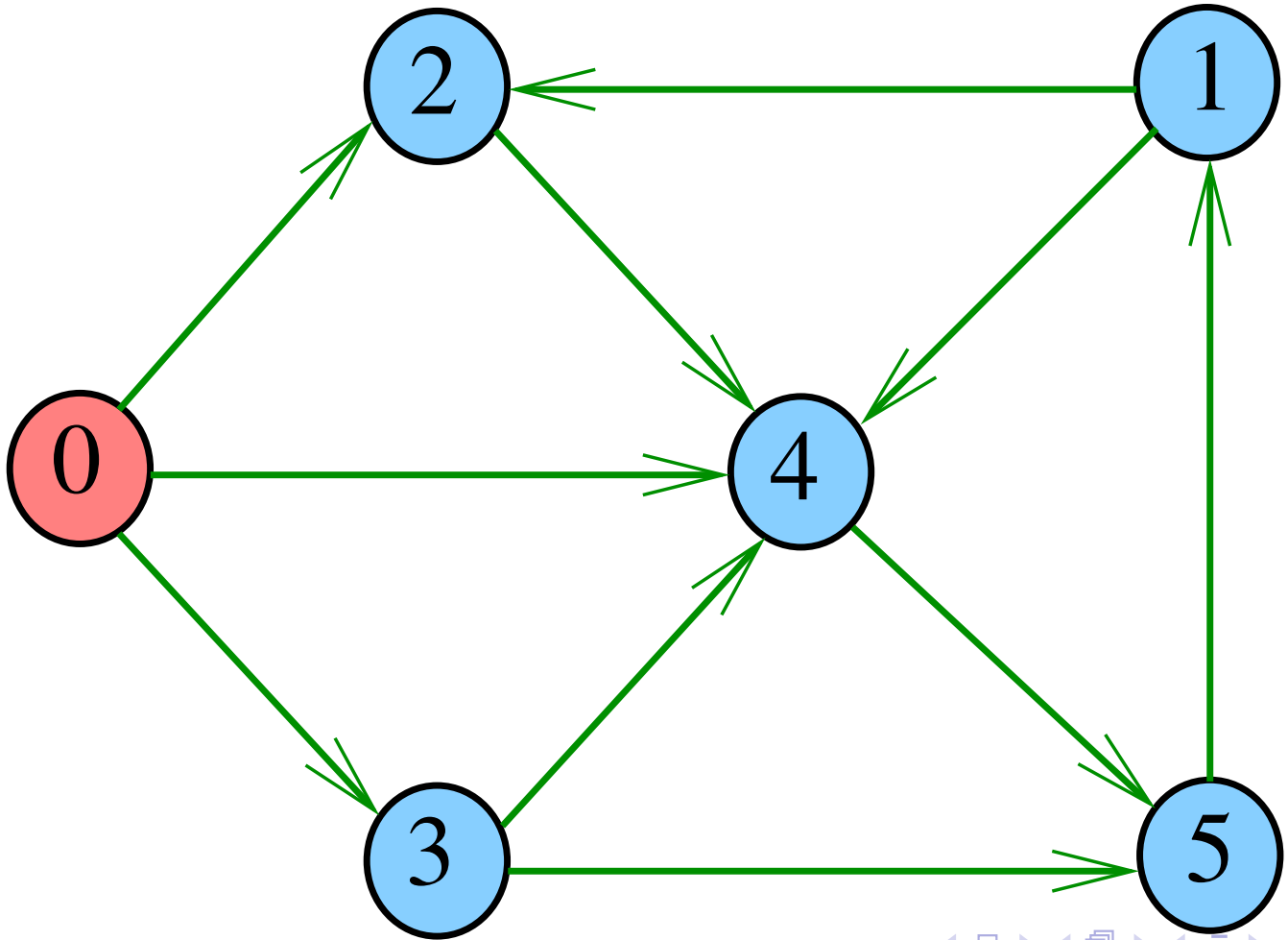
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | | | | | |

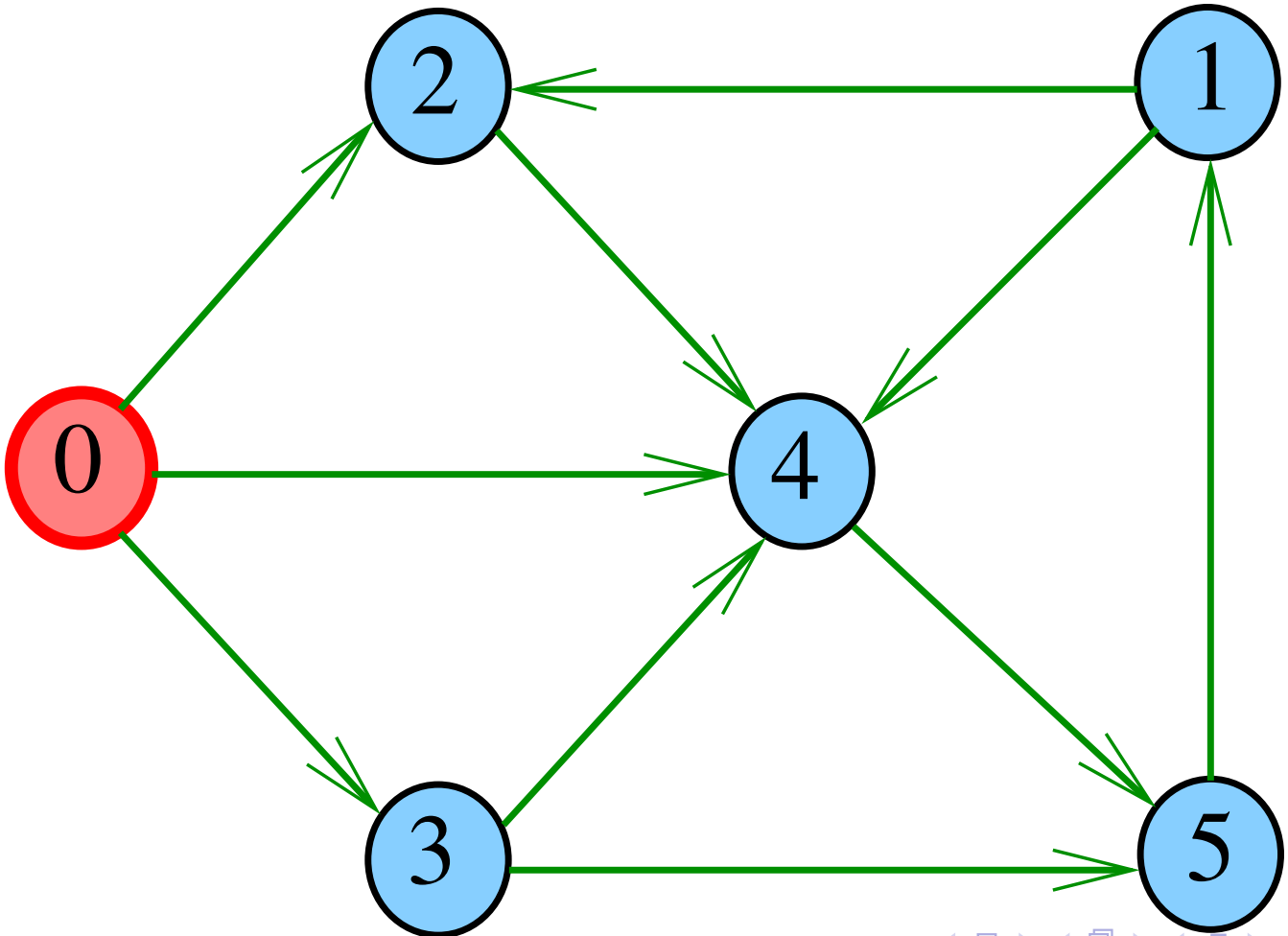
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | **0** | | | | | |

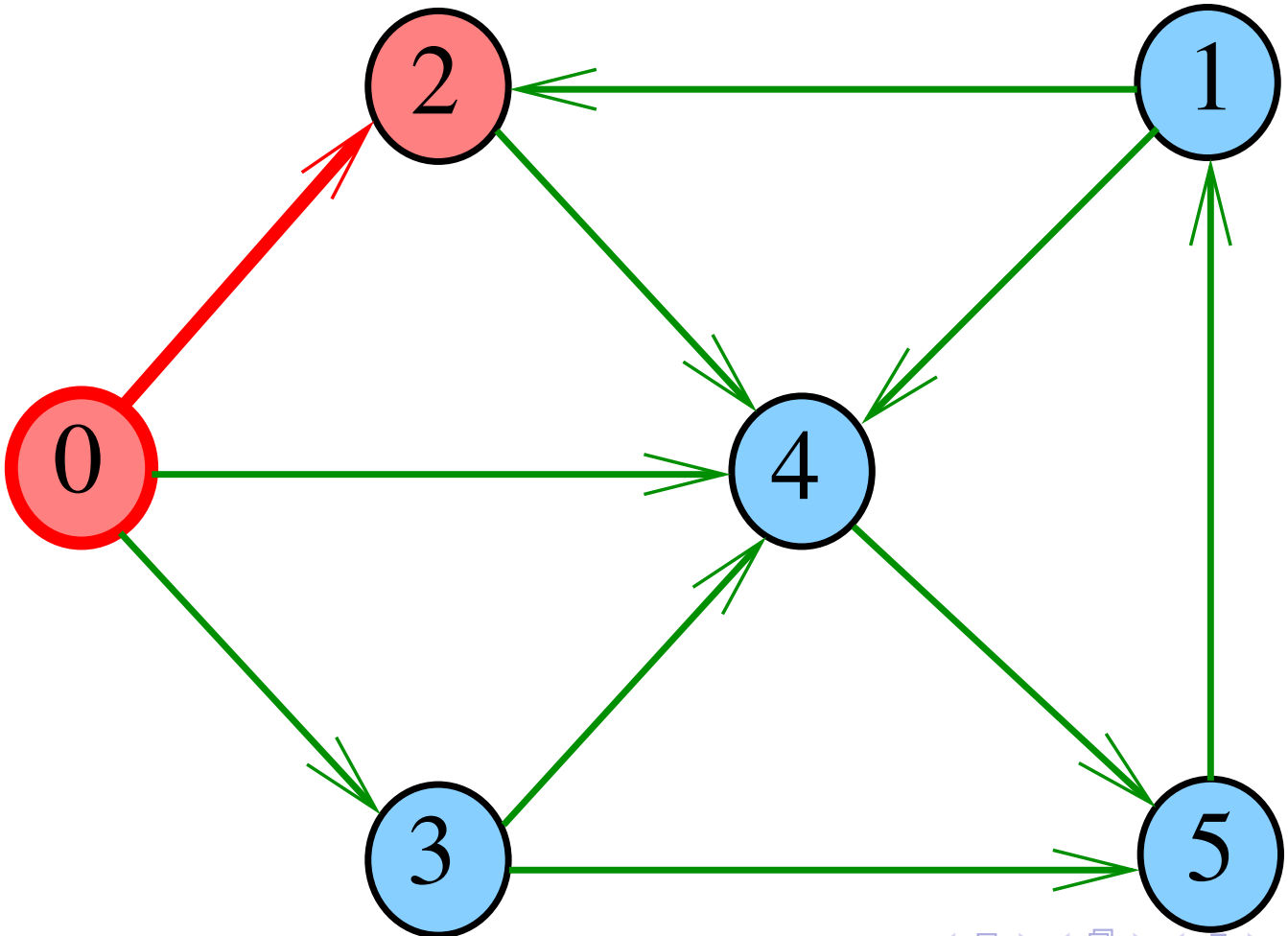
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | **0** | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | **0** | 2 | | | | |

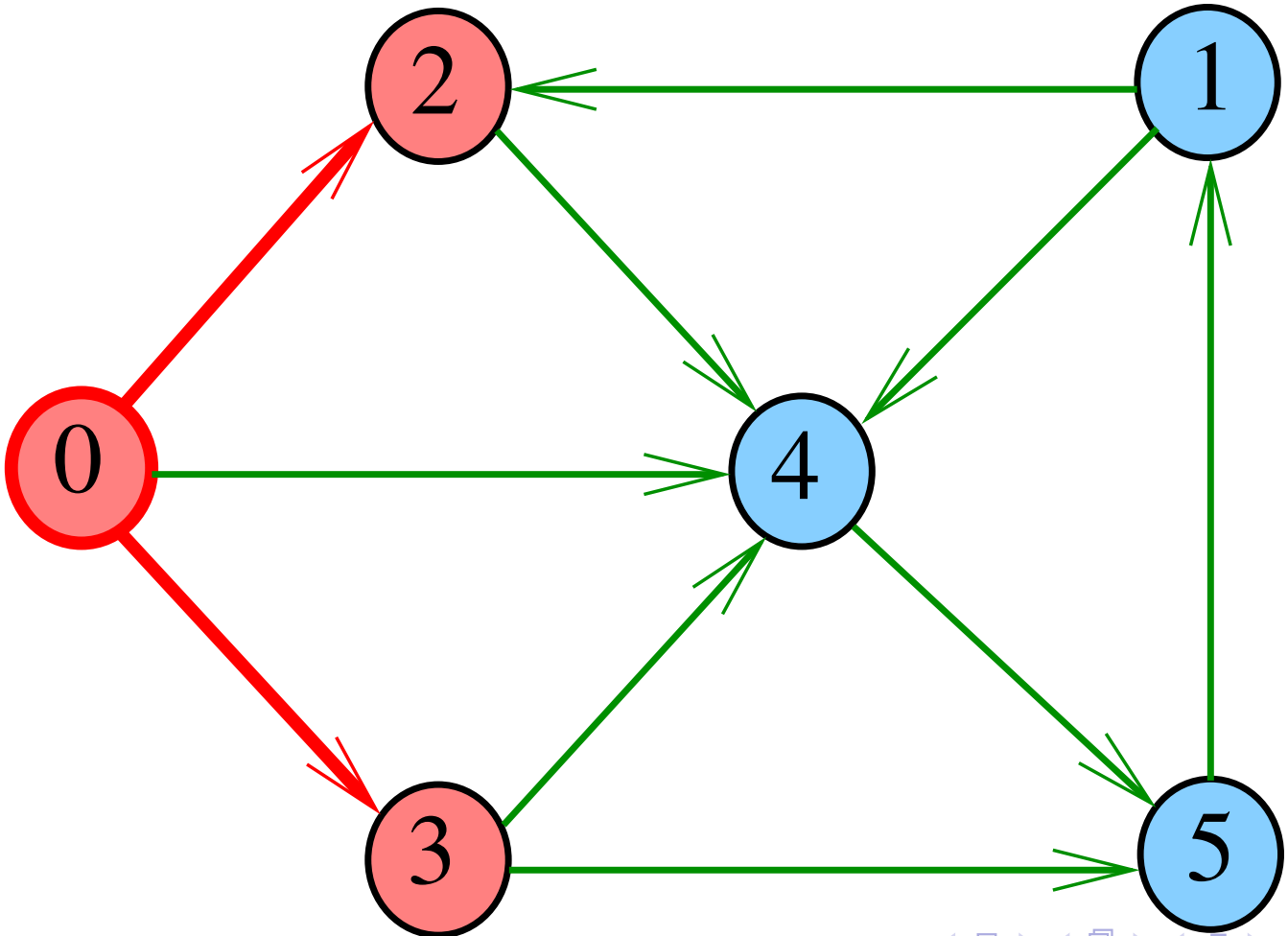
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | **1** | 6 | 6 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | **0** | 2 | 3 | | | |

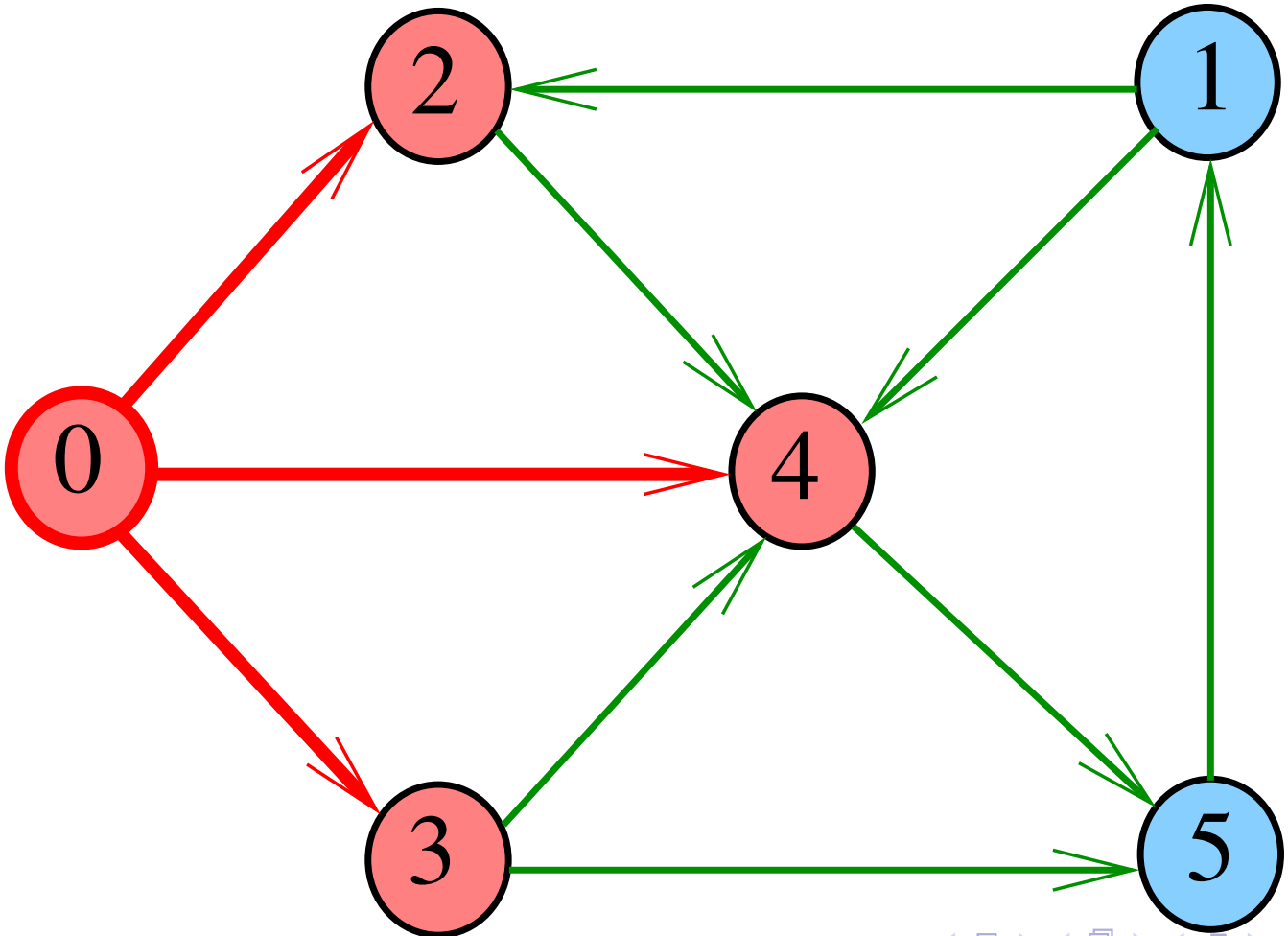
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | **1** | 6 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | **0** | 2 | 3 | 4 | | |

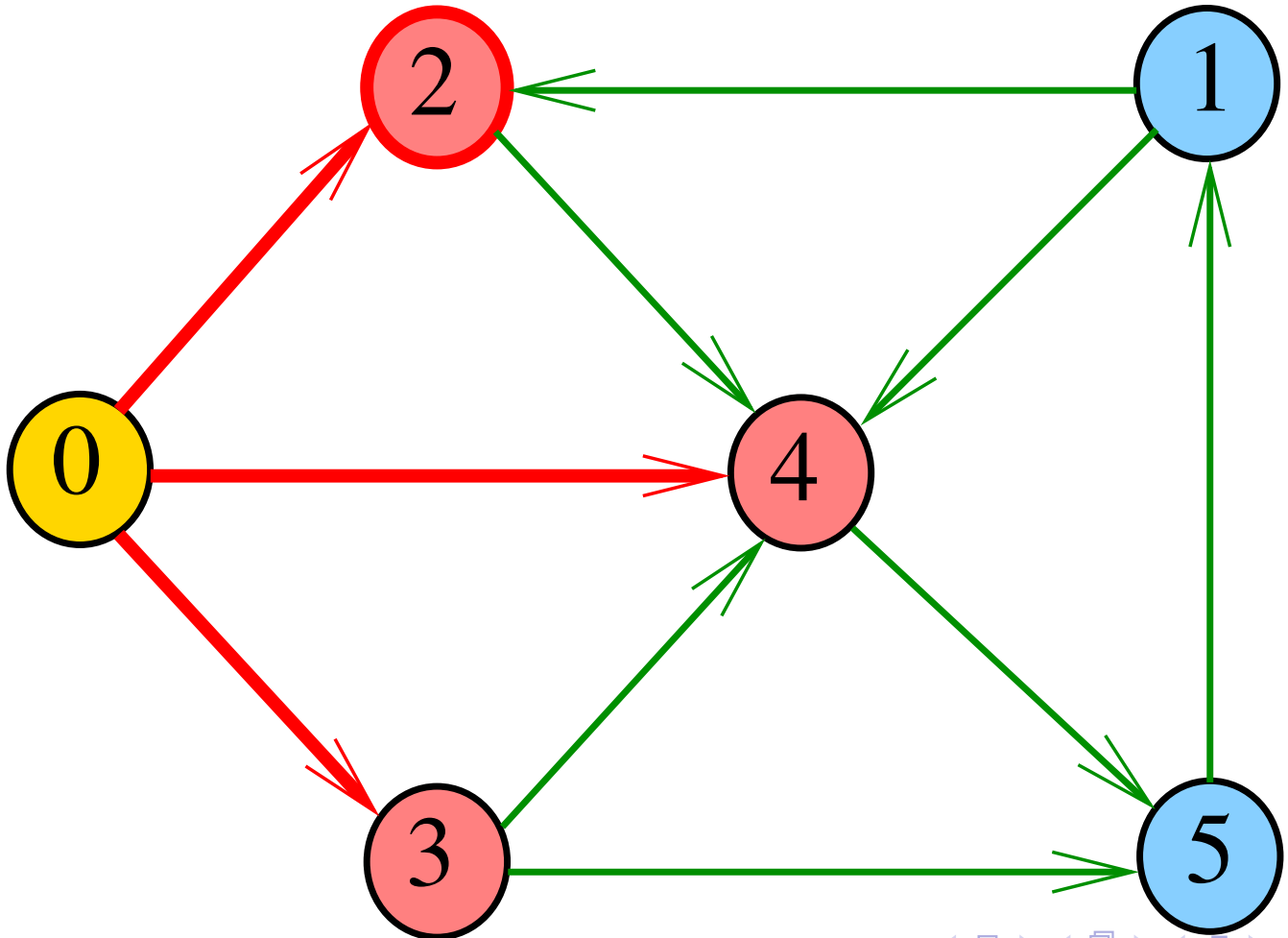
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | **1** | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | | |

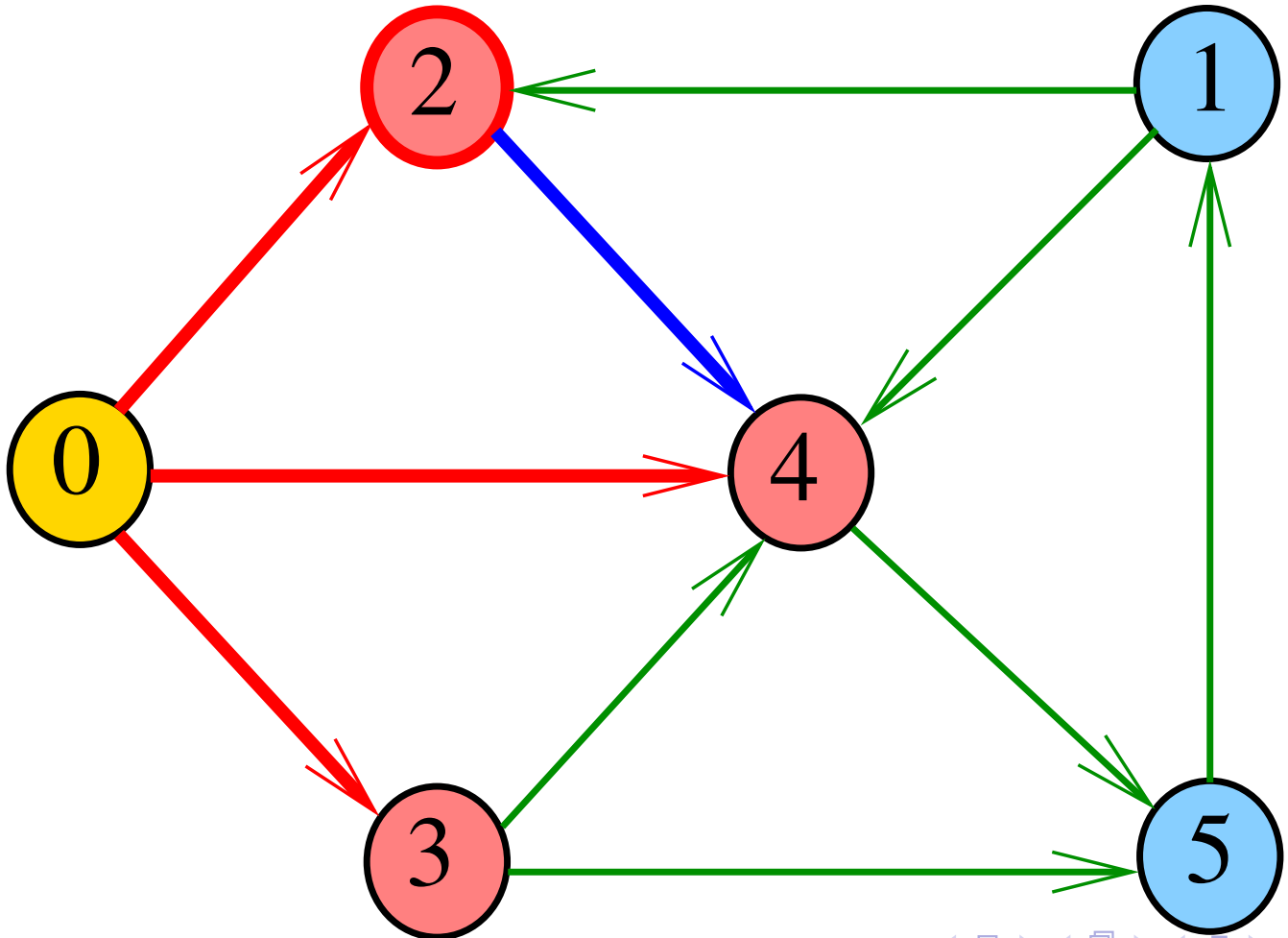
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | | |

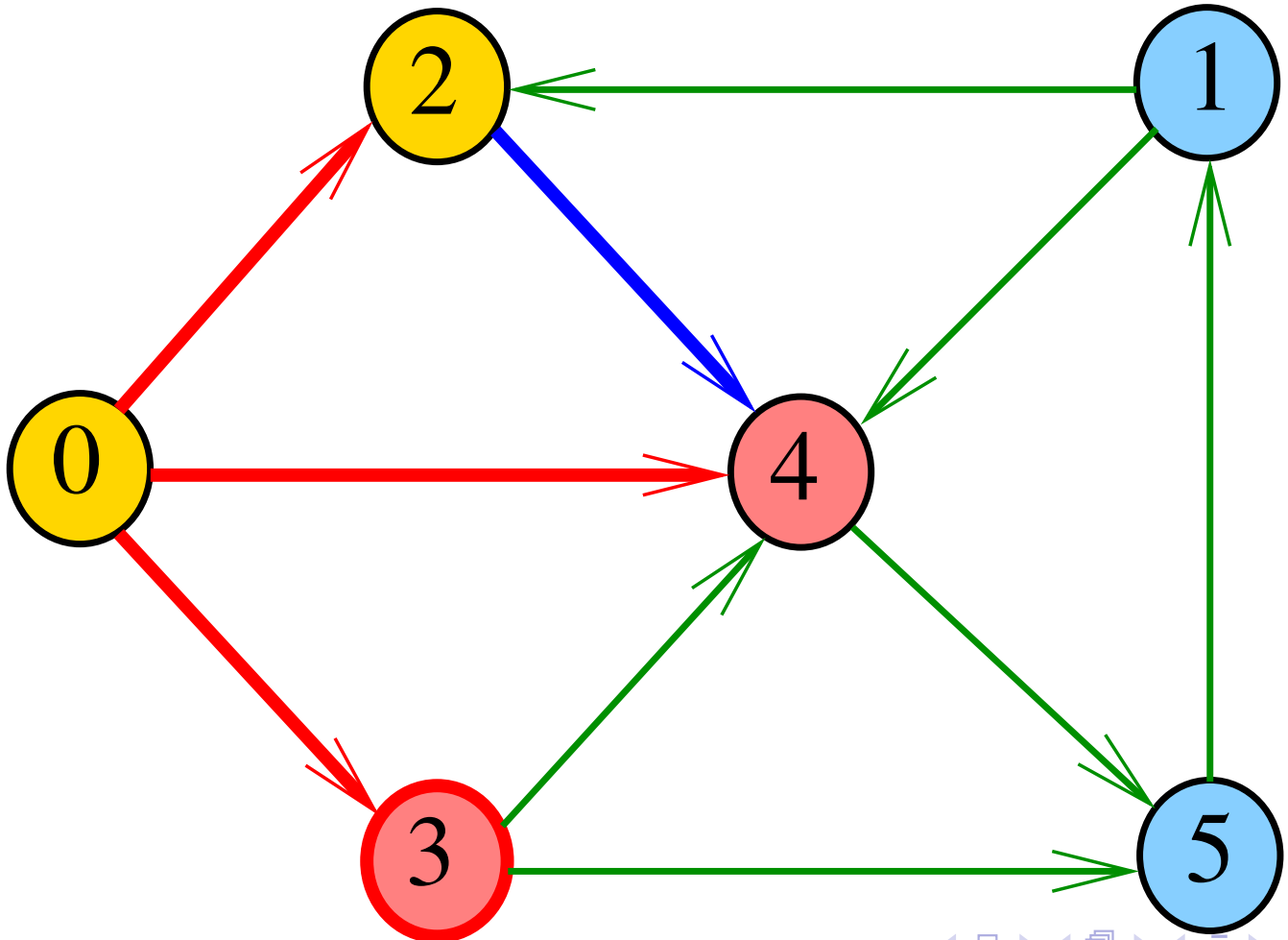
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | | |

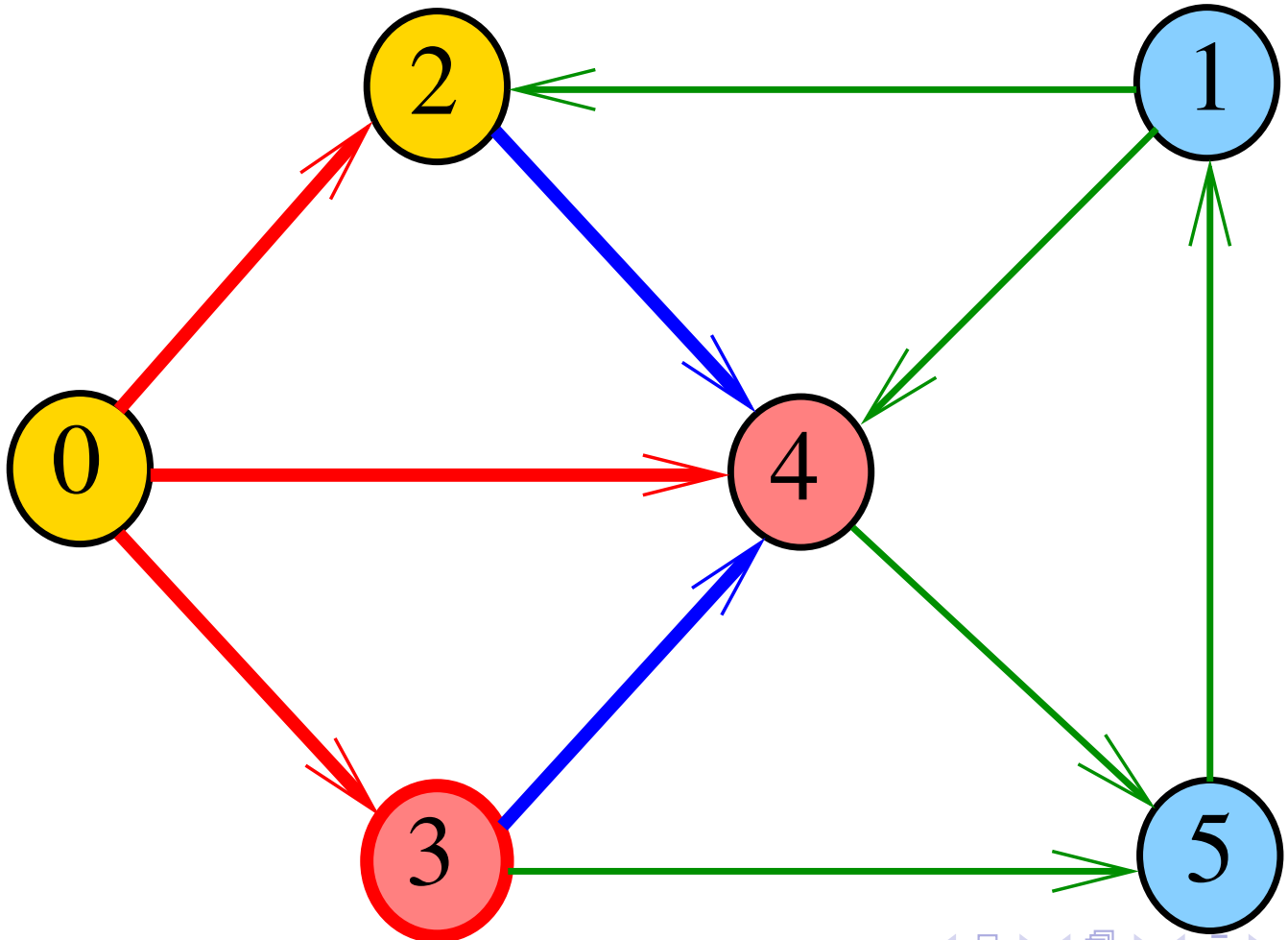
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | | |

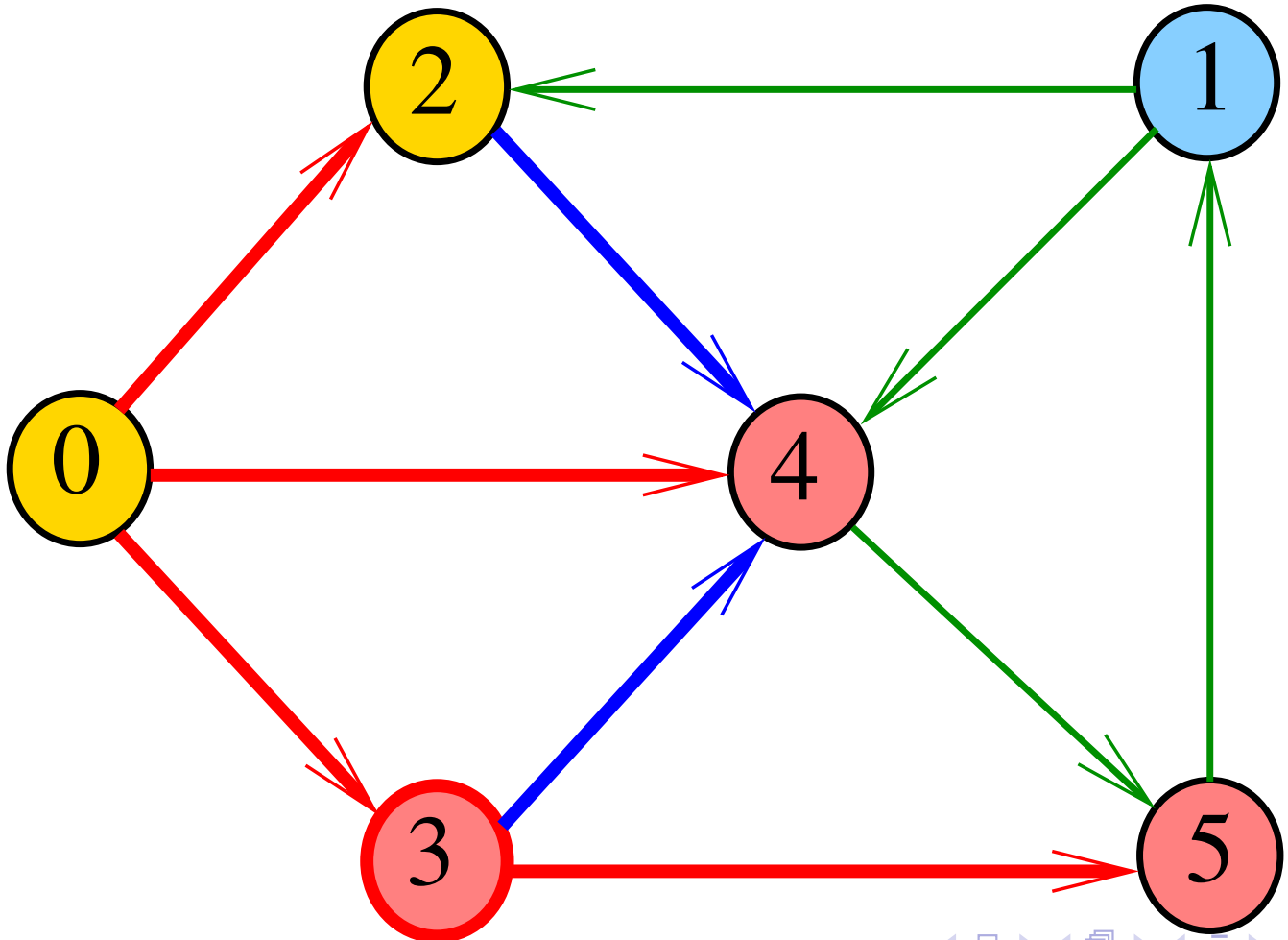
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

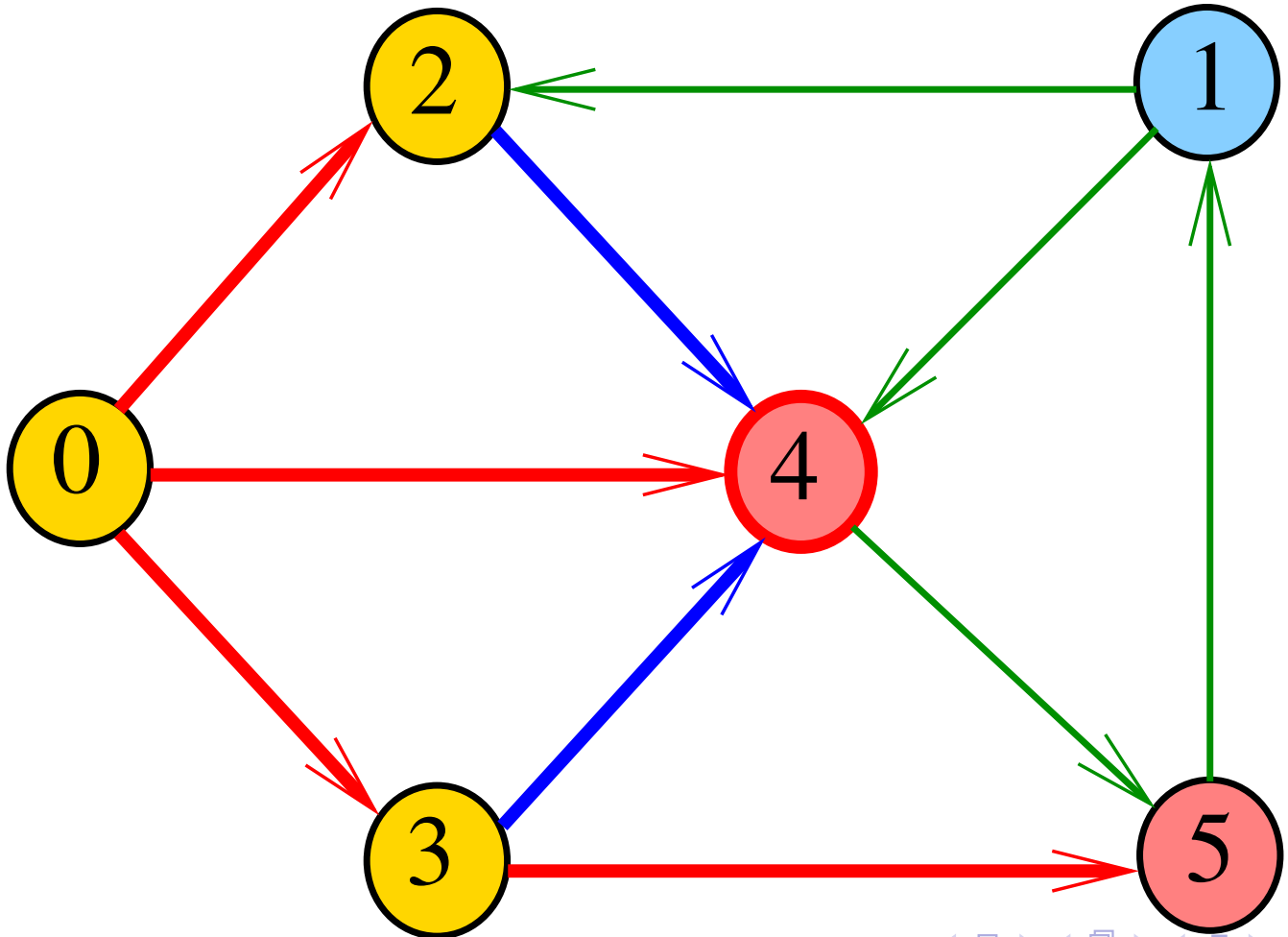
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

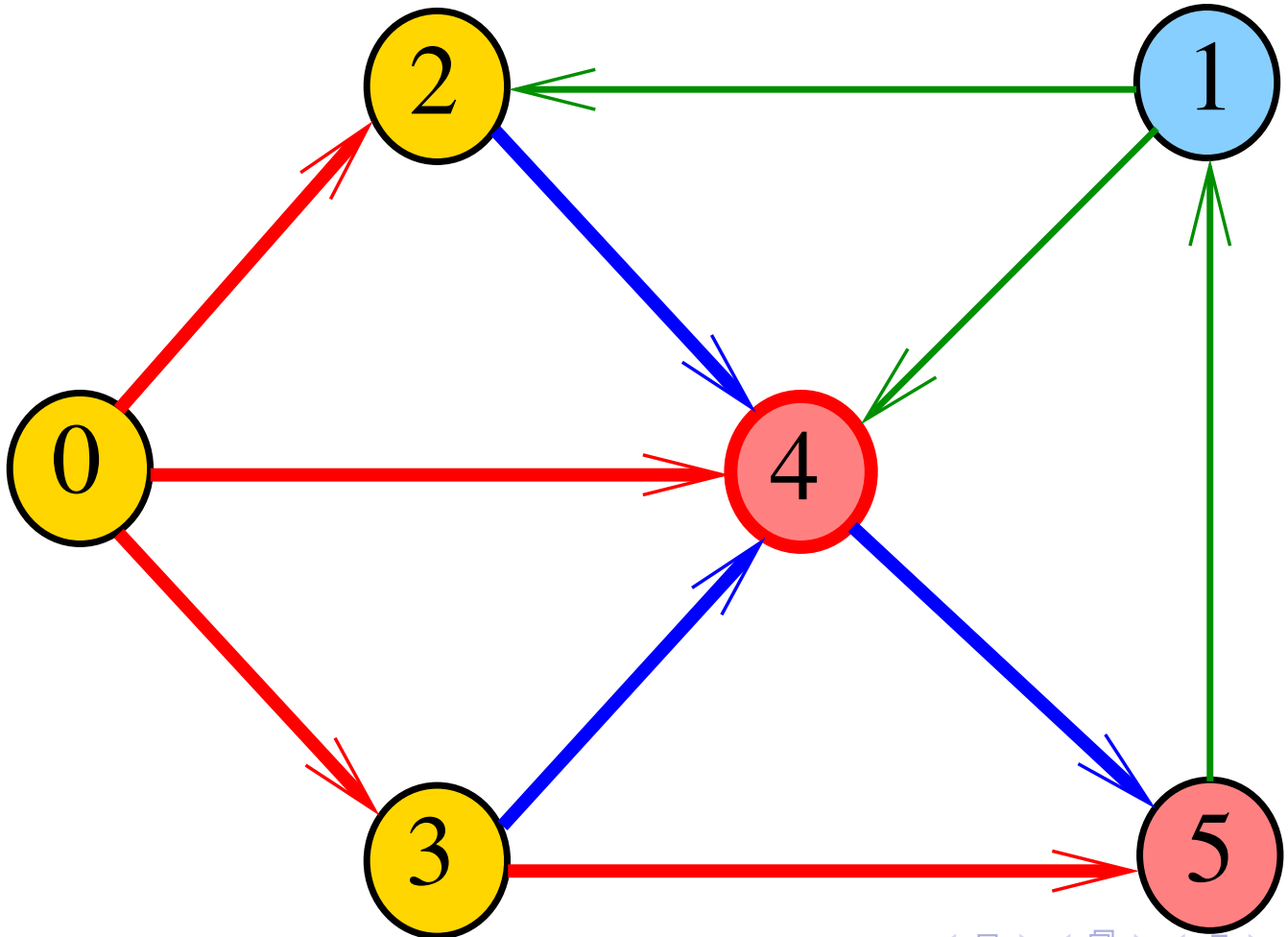
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

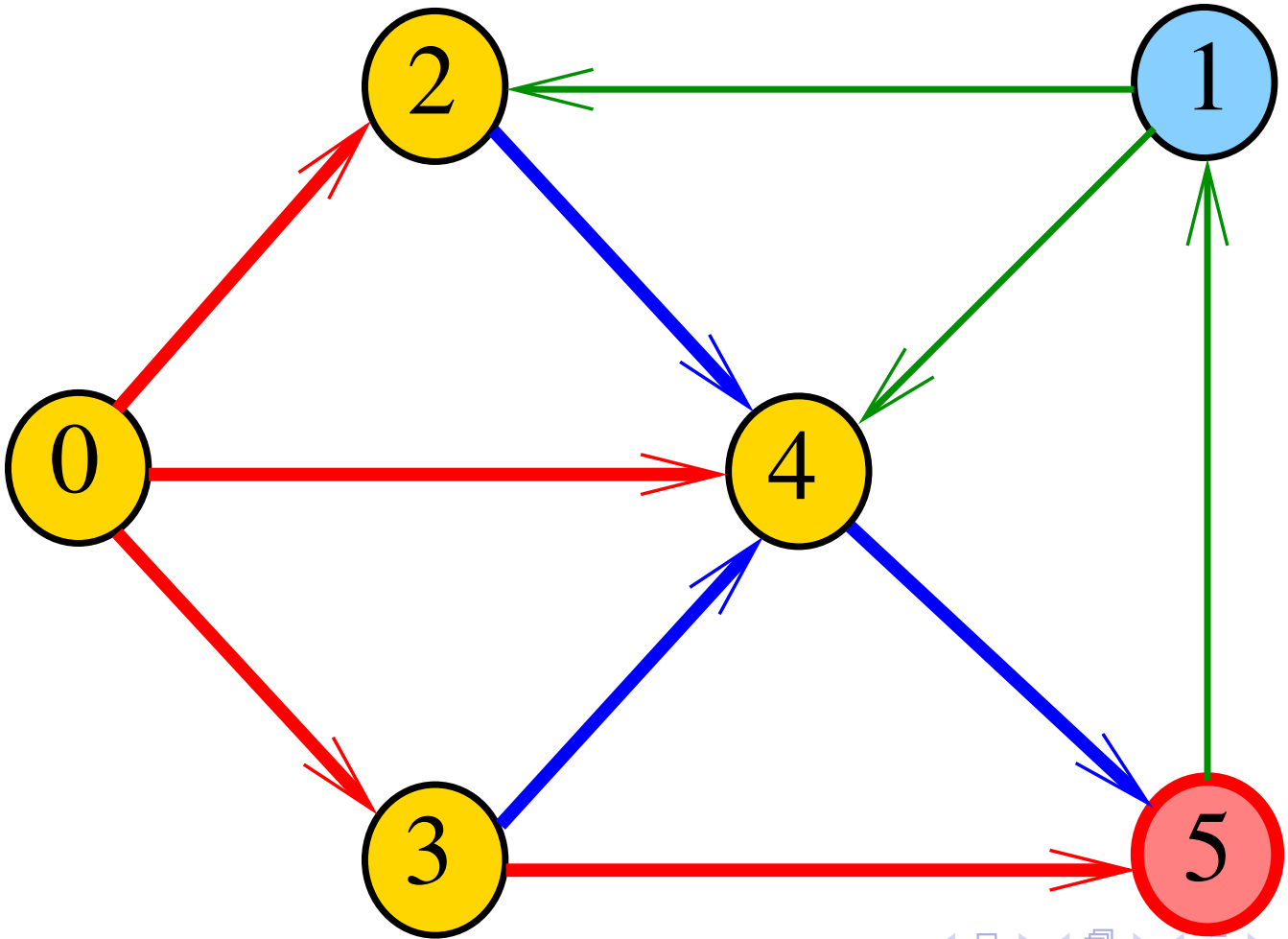
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

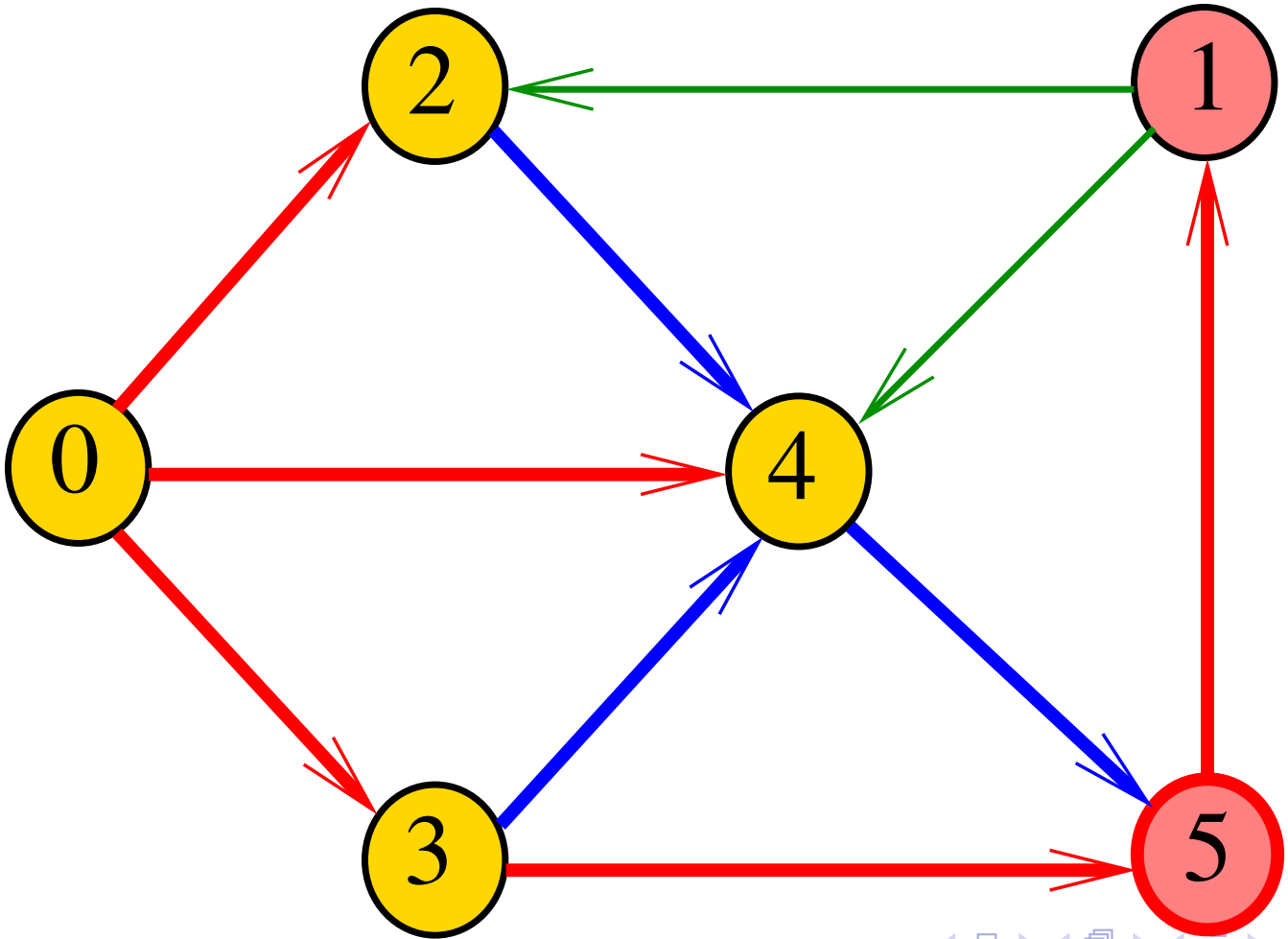
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |

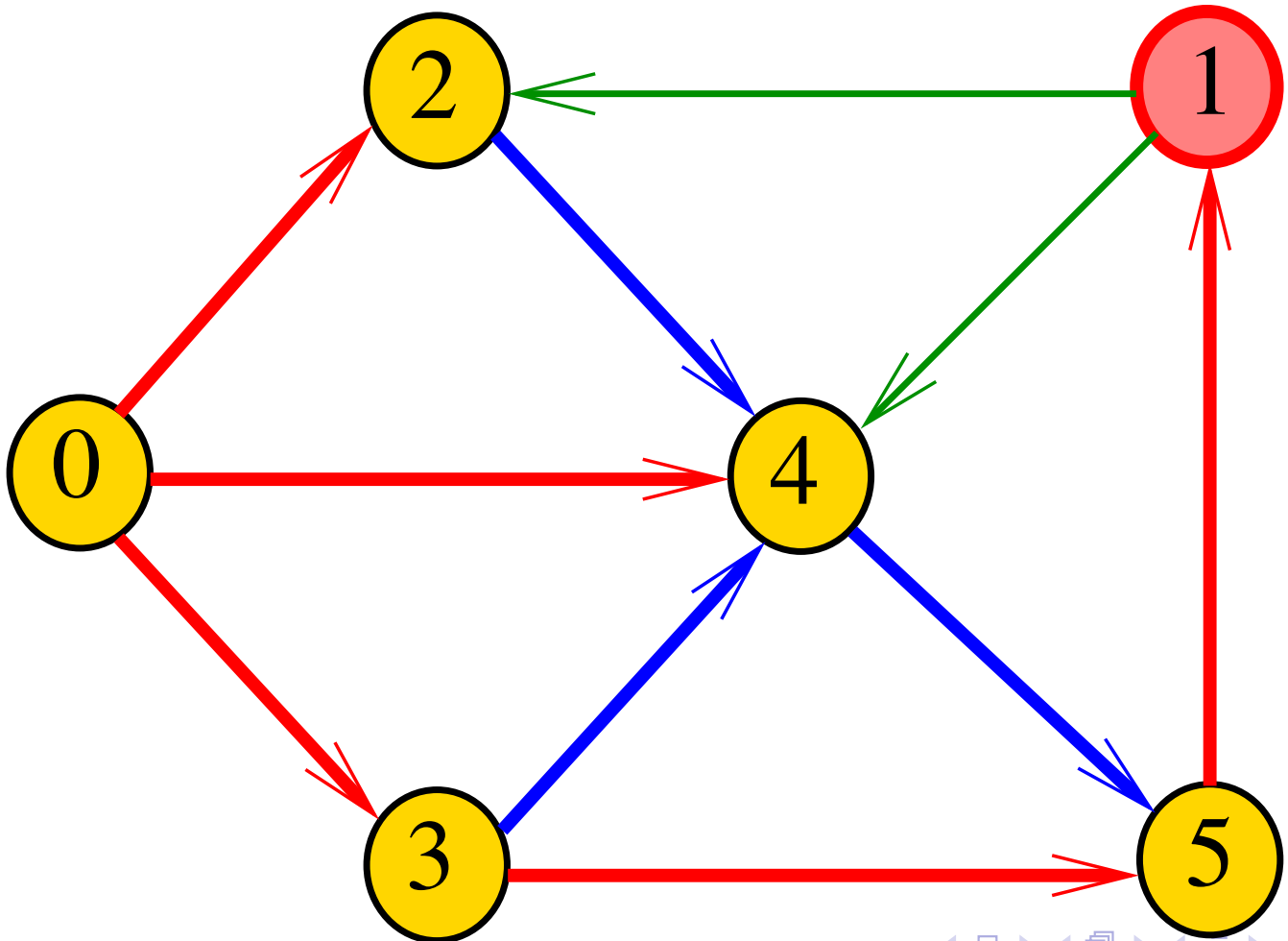
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |

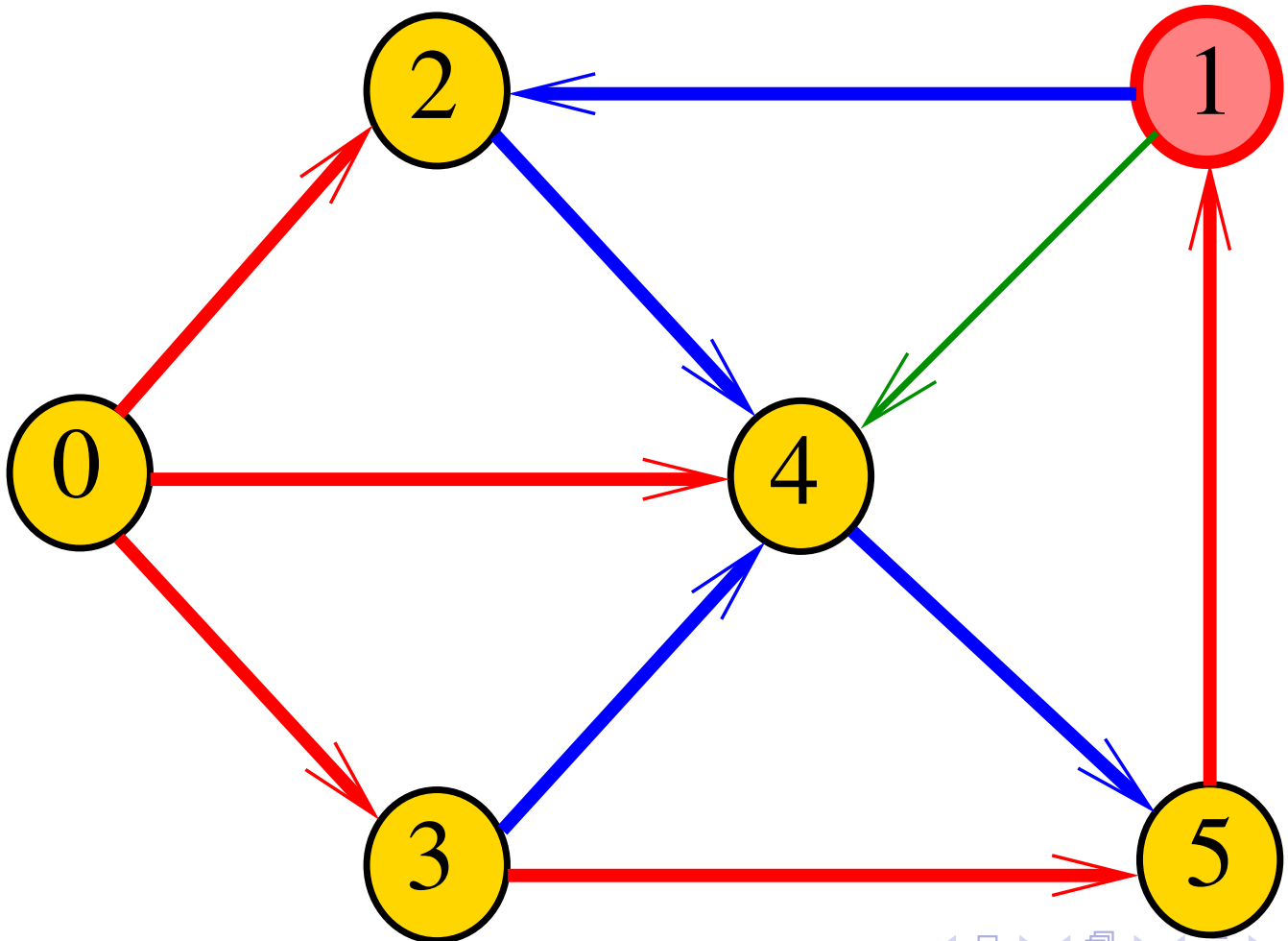
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |

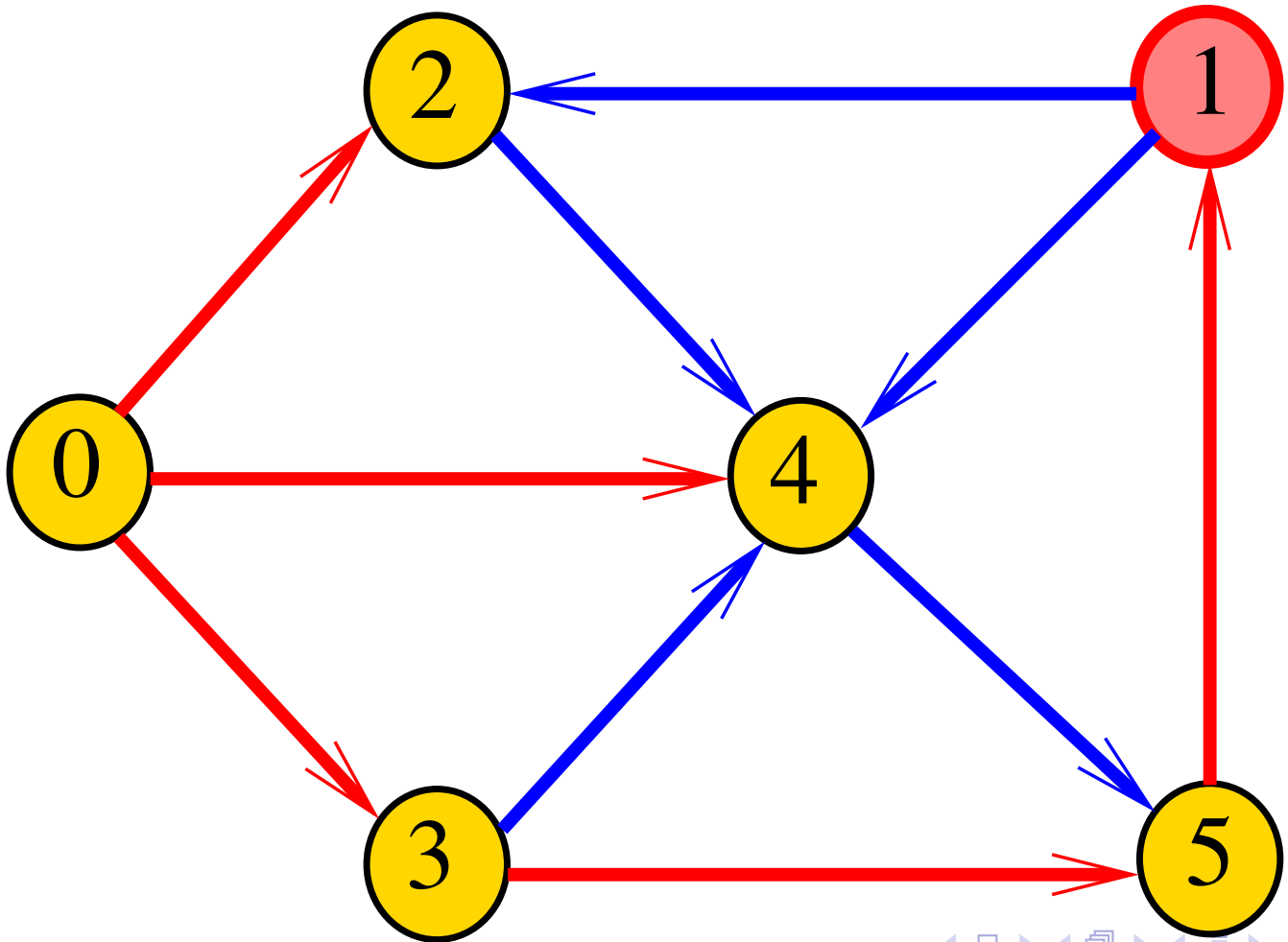
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |

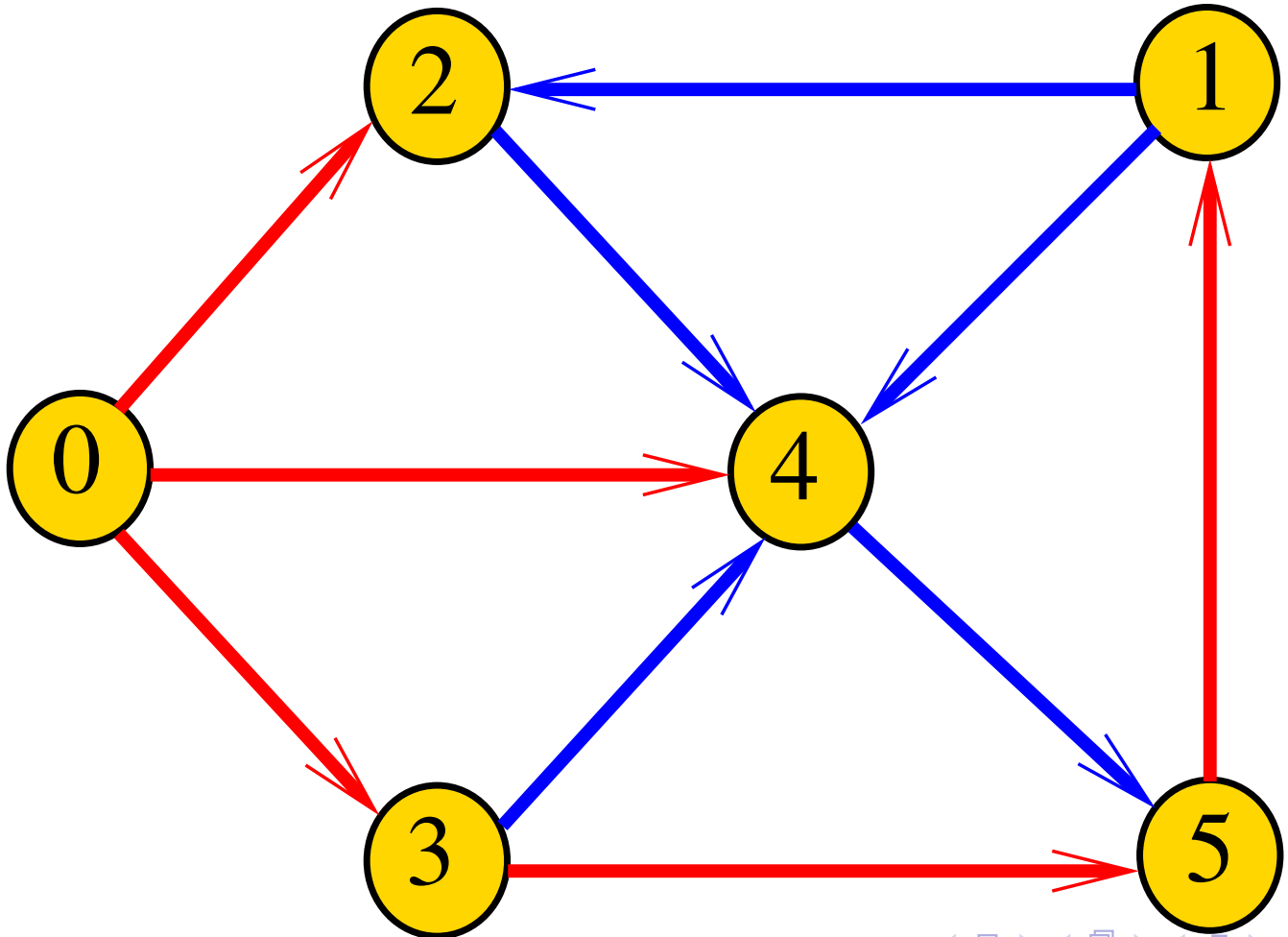
| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



# Simulação

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| q[i] | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |

| i | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d[i] | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |



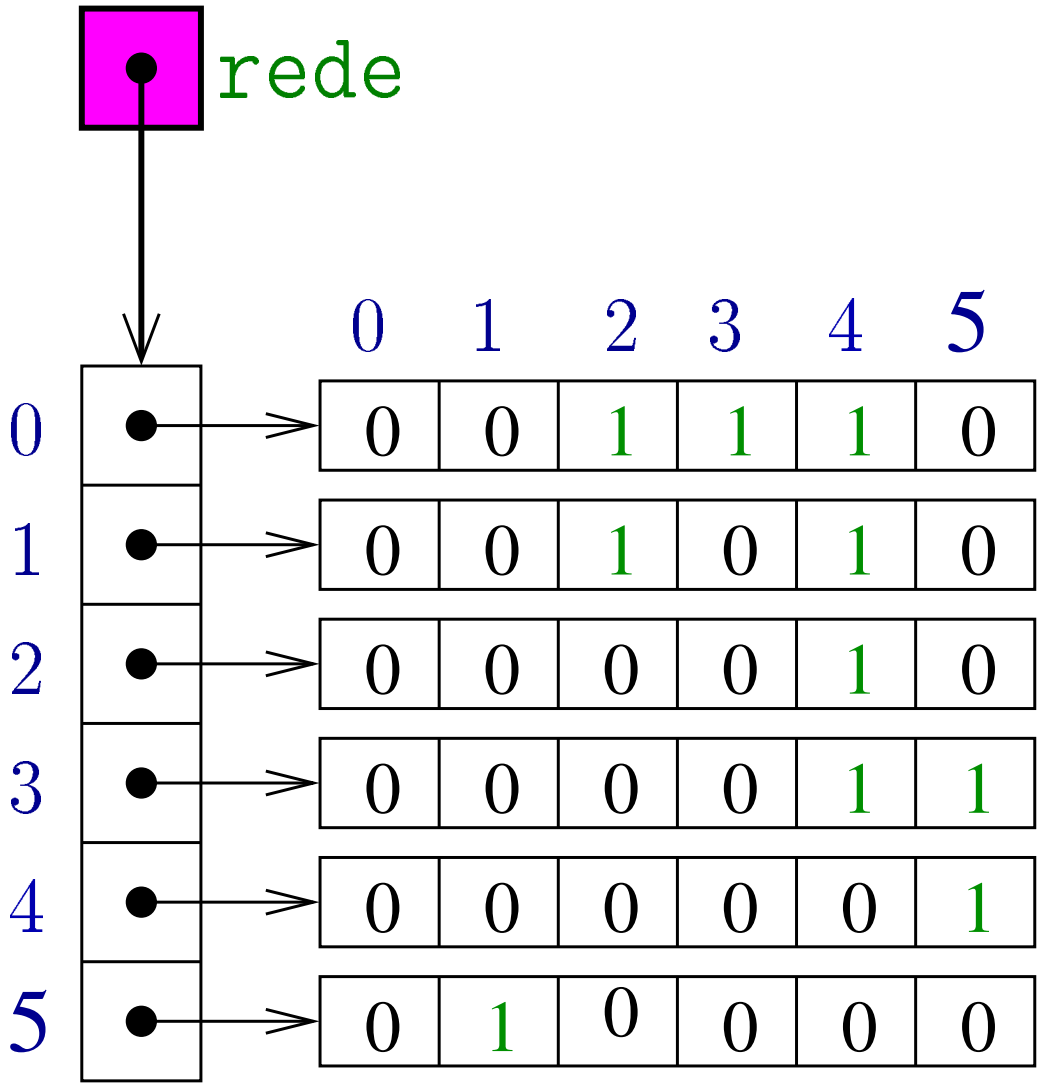
# Representação da rede

As ligações entre as cidades são representadas por uma matriz `rede`.

`rede[i][j]` = 1 se existe estrada da cidade `i` para a cidade `j`

`rede[i][j]` = 0 em caso contrário

# Representação da rede



# distancias

A função distancias recebe um inteiro n, uma matriz rede representando uma rede de estradas entre n cidades e uma cidade c e devolve um vetor d que registra a distância da cidade c a cada uma das outras: d[i] é a distância de c a i.

```
int *
distancias (int n, int **rede, int c) {
   int *q; /* guarda a fila */
   int ini; /* q[ini] = 1o.  */
   int fim; /* q[fim-1] = ultimo */
   int *d; /* d[i] = distancia de c a i*/
   int j;
```

# distancias

```
/* queueInit(n):  inicialize a fila */
q = mallocSafe(n*sizeof(int));

ini = 0; fim = 0; /* fila vazia */

/* aloque vetor de distancias */
d = mallocSafe(n*sizeof(int));

/* inicialize o vetor de distancias */
for (j = 0; j < n; j++)
   d[j] = n; /* distancia n = infinito */
d[c] = 0;

/* queuePut(c):  coloque c na fila */
q[fim++] = c;
```

# distancias

```
  while (ini != fim) { /*!queueEmpty()*/
     int i = q[ini++]; /* i = queueGet() */
     int di = d[i];
     for (j = 0; j < n; j++)
         if (rede[i][j] == 1 && d[j] > di+1){
             d[j] = di + 1;
             q[fim++] = j; /* queuePut(j) */
         }
  }
  free(q); /* queueFree() */
  return d;
}
```

# Relações invariantes

No início de cada iteração do `while`, a fila consiste em

> *zero ou mais cidades à distância `k` de `c`, seguidas de zero ou mais cidades à distância `k`+1 de `c`,*

para algum `k`.

Isto permite concluir que, no início de cada iteração, para toda cidade `i`, se `d[i] != n` então `d[i]` é a distância de `c` a `i`.

# Consumo de tempo

O consumo de tempo da função `distancias` é proporcional a $n^2$

O consumo de tempo da função `distancias` é $O(n^2)$

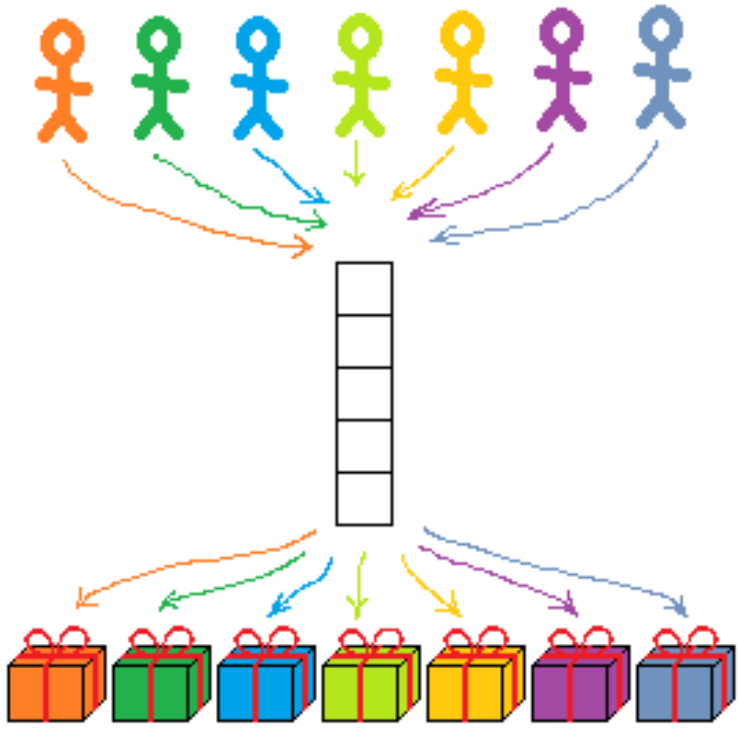
# Condição de inexistência

Se `d[i] == n` para alguma cidade `i`, então

$$S = \{v : \texttt{dist}[v] < n\}$$
$$T = \{v : \texttt{dist}[v] == n\}$$

são tais que toda estrada entre cidades em $S$ e cidades em $T$ tem seu início em $T$ e fim em $S$.

# Interface para filas



Fonte: http://yosefk.com/blog

S 4.6, 4.8

# Interface item.h

```
/*
 * item.h
 */
typedef int Item;
```

# Interface queue.h

```
/*
 * queue.h
 * INTERFACE: funcoes para manipular uma
 * fila
 */
void queueInit(int);
int queueEmpty();
void queuePut(Item);
Item queueGet();
void queueFree();
```

# distancias

A função distancias recebe um inteiro n, uma matriz rede representando uma rede de estradas entre n cidades e uma cidade c e devolve um vetor d que registra a distancia da cidade c a cada uma das outras: d[i] é a distância de c a i.

```
int *
distancias (int n, int **rede, int c) {
   int *d; /* d[i] = distancia de c a i*/
   int j;
```

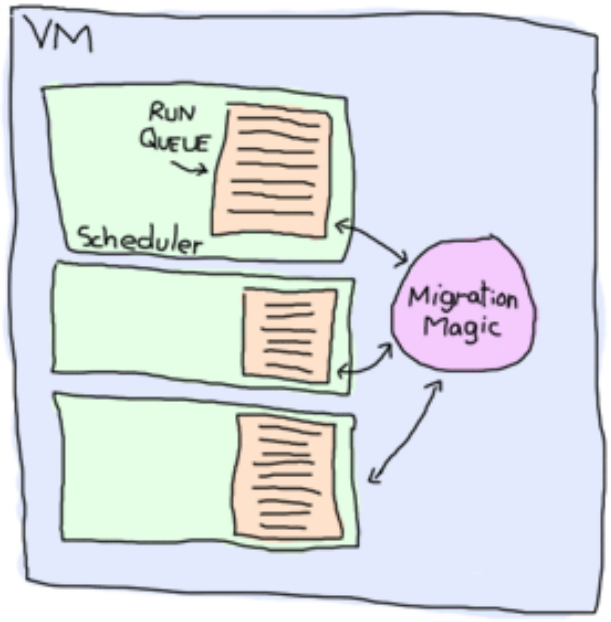
# distancias

```
queueInit(n); /* inicialize a fila */

/* aloque vetor de distancias */
d = mallocSafe(n*sizeof(int));

/* inicialize o vetor de distancias */
for (j = 0; j < n; j++)
   d[j] = n; /* distancia n = infinito */
d[c] = 0;

queuePut(c); /* coloque c na fila */
```

# distancias

```
  while (!queueEmpty()) {
     int i = queueGet();
     int di = d[i];
     for (j = 0; j < n; j++)
         if (rede[i][j] == 1 && d[j] > di+1){
             d[j] = di + 1;
             queuePut(j);
         }
  }
  queueFree();
  return d;
}
```

# Implementações de filas

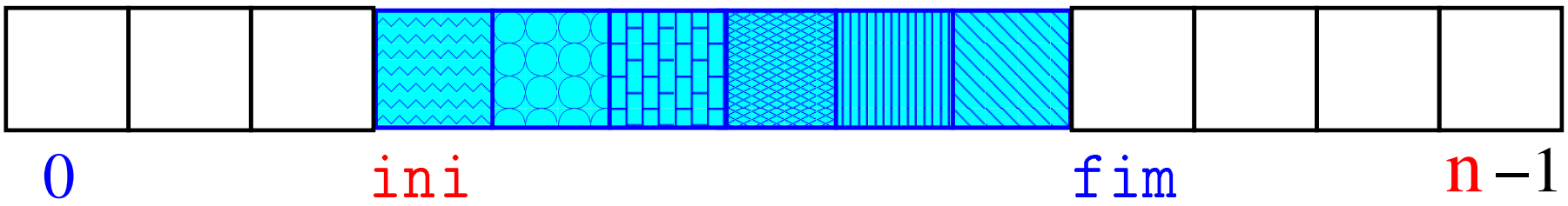



Fonte: http://learnyousomeerlang.com/

PF 5.3
http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/fila.html

# Filas em vetores

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




O índice `ini` indica o primeiro da fila.

O índice `fim-1` indica o último da fila.

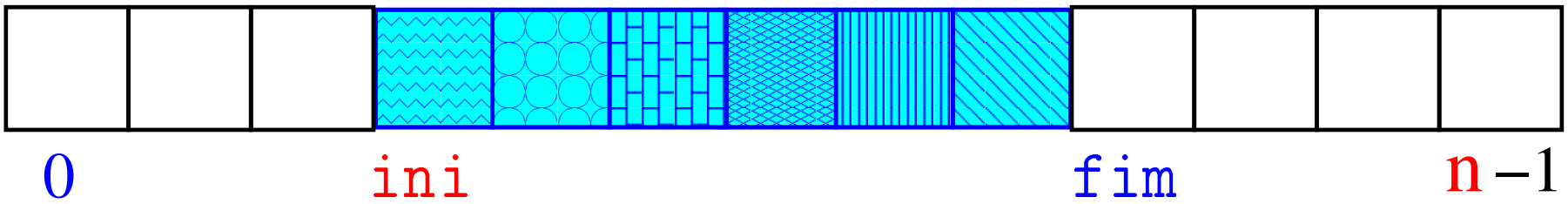
`fim` é a primeira posição vaga da fila.

A fila está vazia se "`ini == fim`"

A fila está cheia se "`fim == n`".

# Filas em vetores

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




Para remover (=*dequeue*=*get*) um elemento faça

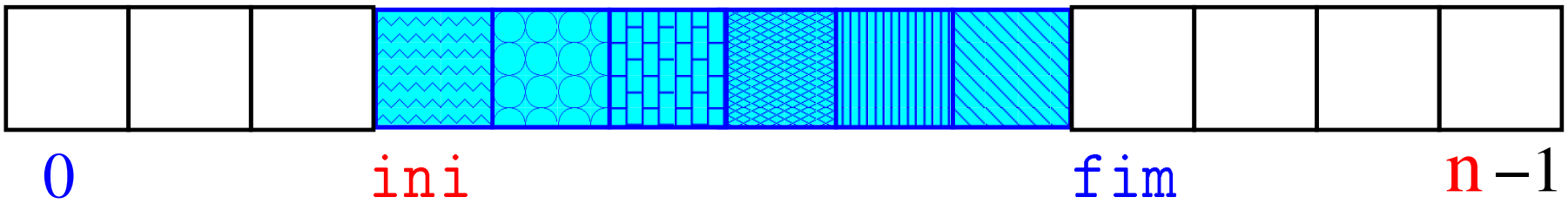
```
x = q[ini++];
```

que é equivalente a

```
x = q[ini];
ini += 1;
```

# Filas em vetores

A fila será armazenada em um vetor `q[0 . . n-1]`.




Para inserir (=*queue*=*put*) um elemento faça

```
q[fim++] = x;
```

que é equivalente a

```
q[fim] = x;
fim += 1;
```

# Interface item.h

```
/*
 * item.h
 */
typedef int Item;
```

# Interface queue.h

```
/*
 * queue.h
 * INTERFACE: funcoes para manipular uma
 * fila
 */
void queueInit(int);
int queueEmpty();
void queuePut(Item);
Item queueGet();
void queueFree();
```

# Implementação queue.c

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include "item.h"
/*
 * FILA: implementacao em vetor
 */
static Item *q;
static int ini;
static int fim;
```

# Implementação queue.c

```
void
queueInit(int n)
{
   q = mallocSafe(n * sizeof(Item));
   ini = fim = 0;
}

int
queueEmpty()
{
   return ini == fim;
}
```

# Implementação queue.c

```
void
queuePut(Item item)
{
   q[fim++] = item;
}

Item
queueGet()
{
   return q[ini++];
}
```

# Implementação queue.c

```
void
queueFree()
{
   free(q);
}
```