

# MAC0438 - Programação Concorrente - 1s2012

## Relatório

Thiago de Gouveia Nunes  
Wilson Kazuo Mizutani

May 13, 2012

### Contents

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Solução desenvolvida</b>	<b>2</b>
2.1	Ideia geral . . . . .	2
2.2	Estendendo a busca em largura . . . . .	2
2.3	Aplicando concorrência . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Implementação da solução</b>	<b>3</b>
3.1	Breve descrição das classes . . . . .	3
3.2	Alguns detalhes de implementação . . . . .	4
3.3	Sobre a barreira simétrica usada . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>5</b>
4.1	Resultado para o grafo da NSFNet . . . . .	5
4.2	Comparações de eficiência . . . . .	87

## 1 Introdução

Esse relatório trata das decisões tomadas na implementação desse EP. Também fornece uma saída do programa para a entrada de exemplo fornecida no enunciado, além de explicitar a localização no código da implementação da barreira simétrica usada. Informações sobre como compilar, as dependências necessárias e o modo de uso do programa encontram-se no arquivo LEIAME.

## 2 Solução desenvolvida

### 2.1 Ideia geral

A ideia geral da nossa solução se divide em duas partes:

1. Estender o algoritmo de busca em largura (Breadth-First Search, um caso particular do algoritmo de Dijkstra no qual todas as arestas possuem custo 1) para que ele encontre não só o menor caminho, mas sim os  $n$  menores caminhos.
2. Refatorar esse algoritmo para usar programação concorrente, de tal maneira que cada thread seja responsável por tentar encontrar um novo caminho e depois sincronizar com as demais, criando assim um processo iterativo.

### 2.2 Estendendo a busca em largura

Basicamente, aproveitamos a propriedade da busca em largura na qual um novo vértice retirado da fila está sendo visitado pela primeira vez através do menor caminho.

Estendemos o algoritmo para ter uma fila de caminhos ao invés de vértices, por conveniência, e ao invés de deixarmos de visitar um vértice após passar por ele apenas uma vez, o fazemos após  $n$  vezes (o que significa que ele já tem  $n$  caminhos mínimos terminando nele).

Assim, a propriedade do nosso algoritmo (ainda no caso não-concorrente) seria que um novo caminho retirado da fila é o próximo menor caminho que termina no mesmo último vértice que ele. Mas como o enunciado do EP pedia que cada thread cuidasse de apenas um caminho, mudamos isso de forma que, na verdade, insere-se apenas candidatos a caminho na fila. A propriedade fica portanto que um novo candidato retirado da fila *pode* ser o próximo menor caminho que termina no seu último vértice, *contanto que ele não seja um ciclo*.

Uma consequência disso é que o programa vai com certeza ficar menos eficiente, pois há menos restrições sobre quem entra na fila, e portanto ela potencialmente terá mais elementos do que na maneira anterior.

## 2.3 Aplicando concorrência

Pensamos em várias maneiras de fazer isso. O grande problema é que a ordem com que os caminhos são encontrados é indeterminada, então não podemos assumir que os  $n$  primeiros encontrados sejam, de fato, os  $n$  menores. Vimos duas maneiras de lidar com isso.

Uma seria controlar a inserção em uma fila compartilhada através de um buffer intermediário que garantisse sua ordem. Isso apresenta dois problemas: a necessidade de uma fila compartilhada, e o fato de que a inserção nela não seria verdadeiramente paralelizada, pois seria justamente preciso serializar as threads para que elas inserissem na ordem correta.

A outra maneira é deixar o trabalho todo para a lista de caminhos de cada vértice. Elas mesmas cuidariam de guardar o  $n$  menores caminhos, descartando os demais. Assim, cada thread poderia ter sua própria fila, e no total o algoritmo seria bem mais paralelizável. O problema seria que a inserção de um dos  $n$  verdadeiramente menores caminhos custaria com a melhor implementação que pudemos pensar  $O(\log(n))$  ao invés de apenas  $O(1)$ .

No final, optamos pela segunda opção, apostando que uma maior paralelização do algoritmo compensasse a inserção de novos caminhos mínimos.

## 3 Implementação da solução

Fizemos uma série de classes para organizar a estrutura do programa, mas não existe uma classe principal que cuida de tudo. Quem faz isso são as funções encontradas nos arquivos `src/ep2.h` e `src/ep2.cxx`, que de fato usam as classes que fizemos.

### 3.1 Breve descrição das classes

Explicamos aqui o papel de cada classe, organizadas de acordo com suas características em comum.

*Classes utilitárias:*

**Log:** Responsável por imprimir a saída do programa de maneira organizada, omitindo mensagens de debug ou avisos internos quando estes não forem explicitamente requisitados pelo usuário.

*Classes de manipulação de grafos:*

**Graph:** Responsável por representar um grafo cujas arestas têm todas custo 1. Usamos uma matriz de adjacência.

**Path:** Responsável por representar um caminho no grafo.

*Classes de manipulação de threads:*

**Thread:** Responsável por representar uma thread do programa. É implementada usando a `libpthreads`.

**Mutex:** Responsável por representar um mutex de trava para regiões críticas. Fizemos também uma subclasse `Mutex::Lock` para facilitar o uso dos mutex. Quando um objeto do tipo `Lock` é criado, a trava é imediatamente adquirida. Ela é liberada naturalmente quando o objeto for destruído, o que no C++ acontece quando o escopo no qual ele foi criado houver terminado.

**Barrier:** Responsável por representar uma barreira simétrica. Usa a implementação de barreira de disseminação.

*Classes destinadas à implementação algoritmo:*

**PathSeeker:** Interface que todo buscador de caminhos deve implementar. É importante notar que essa classe não diz nada a respeito do uso de programação concorrente. Quem faz isso são as classes que herdam dela.

**SimplePathSeeker:** Implementação de `PathSeeker` **sem concorrência**. Sua implementação segue a ideia formulada na seção 2.2.

**MultiPathSeeker:** Implementação de `PathSeeker` **com concorrência**. Sua implementação segue a ideia formulada na seção 2.3.

### 3.2 Alguns detalhes de implementação

Como pode ser observado nas classes destinadas à implementação do algoritmo, nosso programa tem suporte tanto à solução simples quanto à solução paralelizada (segundo as ideias apresentadas na seção 2). No arquivo `LEIAME` está explicado como escolher entre uma e outra na chamada do programa, mas o padrão é sempre a solução concorrente.

Outro detalhe importante é que a classe `Thread` não tem um atributo identificador em si, pois quem cuida de identificar as threads é a classe `MultiPathSeeker`. Ou seja, na prática, a saída aparece como o enunciado pedia.

Para fins de eliminar vazamento de memória, tivemos que fazer um vetor com todos os caminhos criados, para ao final do programa deletarmos todos da memória. Isso implicou no uso de um mutex para proteger o acesso a esse vetor pelas várias threads do programa.

### 3.3 Sobre a barreira simétrica usada

Como já mencionado, optamos por uma barreira simétrica de disseminação. A implementação exata do seu algoritmo encontra-se no método `synchronize(id)` da classe `Barrier`.

**Sua declaração encontra-se no arquivo `src/barrier.h`, linha 17, e sua implementação no arquivo `src/barrier.cxx`, linhas 36 a 44.**

Um detalhe meio bobo que difere nosso algoritmo do apresentado em aula é que nosso contador de estágio (`s`) começa do 0 e não do 1. Logo, para calcular a distância entre os pares que se sincronizam a cada estágio usamos  $2^s$  ao invés de  $2^{s-1}$ .

Outra informação relevante é que fizemos uma solução não muito usual para lidar com a espera de threads já mortas na barreira (o que causava *deadlocks*). Fizemos o valor de `arrive[id]`, com `id` sendo o identificador da thread que já foi encerrada, receber o valor -1. Mas como o tipo de `arrive[i]` é `unsigned`, isso dá *underflow* e assume o valor máximo que esse tipo suporta. Sendo o valor máximo, nenhuma outra thread esperará por essa que já não existe mais, mas a estrutura da barreira permanece a mesma. Como pudemos supor em aula que os valores de `arrive` praticamente nunca chegariam ao máximo do tipo `int` e similares, então essa solução não deve causar problemas.

## 4 Resultados

### 4.1 Resultado para o grafo da NSFNet

```
[DEBUG] Debug mode activated.
```

```
[DEBUG] Found 2 available cores.
```

```
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
```

```
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
```

```
[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 1
```

```
[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 2
```

```
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
```

```
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
```

```
[DEBUG] Current paths:
```

```
Para o vertice 1:
```

```
(1) 0 - 1
```

```
Para o vertice 2:
```

```
(1) 0 - 2
```

```
Para o vertice 3:
```

```
Para o vertice 4:
```

```
Para o vertice 5:
```

```
Para o vertice 6:
```

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 1=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 1

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 4

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

Para o vertice 3:

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

Para o vertice 6:

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 2=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 6

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 2

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 3=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 3

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6



Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 4=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 8

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 3

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 1 - 3

(3) 0 - 2 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 5=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 3

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 8

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:  
(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 6=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 5

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 7=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 11

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 5

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 8=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 9

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

```

[DEBUG] =====End of iteration 9=====
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 13
[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 6
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

```

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 10=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:



Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 11=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 4

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 4

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 12=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 13=====

```
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 7
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 7
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 1 - 8 - 7
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
```

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 14=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 10

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 10

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:  
(3) 0 - 1 - 8 - 7  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:  
(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:  
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:  
(3) 0 - 1 - 8 - 10  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:  
(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 15=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6  
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:  
(3) 0 - 1 - 8 - 7  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:  
(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:  
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:  
(3) 0 - 1 - 8 - 10  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:  
(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 16=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

```
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.  
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...  
[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.  
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.  
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.  
[DEBUG] Current paths:  
Para o vertice 1:  
  (1) 0 - 1  
  (2) 0 - 2 - 1  
  
Para o vertice 2:  
  (1) 0 - 2  
  (2) 0 - 1 - 2  
  
Para o vertice 3:  
  (2) 0 - 4 - 3  
  (2) 0 - 1 - 3  
  
Para o vertice 4:  
  (1) 0 - 4  
  (3) 0 - 1 - 3 - 4  
  
Para o vertice 5:  
  (2) 0 - 4 - 5  
  (3) 0 - 2 - 6 - 5  
  
Para o vertice 6:  
  (2) 0 - 2 - 6  
  (3) 0 - 1 - 2 - 6  
  
Para o vertice 7:  
  (3) 0 - 1 - 8 - 7  
  (4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7  
  
Para o vertice 8:  
  (2) 0 - 1 - 8  
  (3) 0 - 2 - 1 - 8  
  
Para o vertice 9:  
  (3) 0 - 2 - 6 - 9  
  
Para o vertice 10:  
  (3) 0 - 1 - 8 - 10  
  (4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10
```



Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 17=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:  
(3) 0 - 1 - 8 - 7  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:  
(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:  
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:  
(3) 0 - 1 - 8 - 10  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:  
(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 18=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 1 - 8 - 7

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 19=====

```
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 7
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
```

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 20=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 21=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 12

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 12

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

Para o vertice 15:

```
[DEBUG] =====End of iteration 22=====
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 14
[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 14
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
```

Para o vertice 1:

```
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1
```

Para o vertice 2:

```
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2
```

Para o vertice 3:

```
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3
```

Para o vertice 4:

```
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4
```

Para o vertice 5:

```
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5
```

Para o vertice 6:

```
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6
```

Para o vertice 7:

```
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7
```

Para o vertice 8:

```
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8
```

Para o vertice 9:

```
(3) 0 - 2 - 6 - 9
```



```

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:
(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:
(3) 0 - 4 - 11 - 12
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:
(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 23=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

```

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 24=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.  
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.  
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.  
[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

- (1) 0 - 1
- (2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

- (1) 0 - 2
- (2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

- (2) 0 - 4 - 3
- (2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

- (1) 0 - 4
- (3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

- (2) 0 - 4 - 5
- (3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

- (2) 0 - 2 - 6
- (3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

- (3) 0 - 4 - 5 - 7
- (3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

- (2) 0 - 1 - 8
- (3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

- (3) 0 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

- (3) 0 - 1 - 8 - 10
- (4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 25=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 11

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 9

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6  
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:  
(3) 0 - 4 - 5 - 7  
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:  
(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:  
(3) 0 - 2 - 6 - 9  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:  
(3) 0 - 1 - 8 - 10  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:  
(2) 0 - 4 - 11  
(5) 0 - 2 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 26=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 13

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(5) 0 - 2 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 27=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(5) 0 - 2 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 28=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:



Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(5) 0 - 2 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 29=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 11

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 30=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 31=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 32=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 33=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:  
(2) 0 - 2 - 6



(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 34=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

[DEBUG] =====End of iteration 35=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 15

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 36=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

```

[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:
(2) 0 - 4 - 11
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

```

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:  
(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 37=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 38=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:



(2) 0 - 4 - 11  
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:  
(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 39=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 found a new shortest path to node 15

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:  
(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:  
(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:  
(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 40=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

```
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
```

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 41=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 15

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

```
[DEBUG] =====End of iteration 42=====
[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
```

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3  
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4  
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5  
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6  
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7  
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 43=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14



(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 44=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

(5) 0 - 2 - 6 - 13 - 14 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 45=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 found a new shortest path to node 15

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 46=====

[DEBUG] Thread 1 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 1 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 1 arrived at the barrier.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 47=====

[DEBUG] Thread 1 has finished its job.

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

```

Para o vertice 13:
(3) 0 - 2 - 6 - 13
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 48=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

```

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 49=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2



(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 50=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8  
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:  
(3) 0 - 2 - 6 - 9  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:  
(3) 0 - 1 - 8 - 10  
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:  
(2) 0 - 4 - 11  
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:  
(3) 0 - 4 - 11 - 12  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:  
(3) 0 - 2 - 6 - 13  
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:  
(3) 0 - 4 - 11 - 14  
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:  
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15  
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 51=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:  
(1) 0 - 1  
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:  
(1) 0 - 2  
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

```

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 52=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

```

```

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:
(2) 0 - 4 - 11
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:
(3) 0 - 4 - 11 - 12
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:
(3) 0 - 2 - 6 - 13
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 53=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3

```

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 54=====

[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...

[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.

[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.

[DEBUG] Current paths:

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:



```

(3) 0 - 2 - 6 - 9
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:
(2) 0 - 4 - 11
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:
(3) 0 - 4 - 11 - 12
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:
(3) 0 - 2 - 6 - 13
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 55=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

```

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

```

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 56=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4
(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:
(2) 0 - 4 - 5
(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:
(2) 0 - 2 - 6
(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:
(3) 0 - 4 - 5 - 7
(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:
(2) 0 - 1 - 8
(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:
(3) 0 - 2 - 6 - 9
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

```

```

Para o vertice 10:
(3) 0 - 1 - 8 - 10
(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:
(2) 0 - 4 - 11
(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:
(3) 0 - 4 - 11 - 12
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:
(3) 0 - 2 - 6 - 13
(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:
(3) 0 - 4 - 11 - 14
(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:
(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15
(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 57=====
[DEBUG] Thread 0 is searching for a new path...
[DEBUG] Thread 0 did not find any paths.
[DEBUG] Thread 0 arrived at the barrier.
[DEBUG] Current paths:
Para o vertice 1:
(1) 0 - 1
(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:
(1) 0 - 2
(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:
(2) 0 - 4 - 3
(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:
(1) 0 - 4

```

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

[DEBUG] =====End of iteration 58=====

[DEBUG] Thread 0 has finished its job.

The program has taken 58 iterations to terminate.

[DEBUG] =====Final Paths=====

Para o vertice 1:

(1) 0 - 1

(2) 0 - 2 - 1

Para o vertice 2:

(1) 0 - 2

(2) 0 - 1 - 2

Para o vertice 3:

(2) 0 - 4 - 3

(2) 0 - 1 - 3

Para o vertice 4:

(1) 0 - 4

(3) 0 - 1 - 3 - 4

Para o vertice 5:

(2) 0 - 4 - 5

(3) 0 - 2 - 6 - 5

Para o vertice 6:

(2) 0 - 2 - 6

(3) 0 - 1 - 2 - 6

Para o vertice 7:

(3) 0 - 4 - 5 - 7

(3) 0 - 1 - 8 - 7

Para o vertice 8:

(2) 0 - 1 - 8

(3) 0 - 2 - 1 - 8

Para o vertice 9:

(3) 0 - 2 - 6 - 9

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 9

Para o vertice 10:

(3) 0 - 1 - 8 - 10

(4) 0 - 2 - 1 - 8 - 10

Para o vertice 11:

(2) 0 - 4 - 11

(4) 0 - 1 - 3 - 4 - 11

Para o vertice 12:

(3) 0 - 4 - 11 - 12

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 12

Para o vertice 13:

(3) 0 - 2 - 6 - 13

(4) 0 - 1 - 2 - 6 - 13

Para o vertice 14:

(3) 0 - 4 - 11 - 14

(4) 0 - 2 - 6 - 13 - 14

Para o vertice 15:

(4) 0 - 4 - 11 - 14 - 15

(4) 0 - 4 - 11 - 12 - 15

## 4.2 Comparações de eficiência

Fizemos alguns testes de eficiência por curiosidade, e deixamos aqui algumas das estatísticas obtidas.

Geramos um grafo completo de 1000 vértices e rodamos o programa para encontrar os 2 menores caminhos para cada vértice. Comparamos o tempo de execução entre o algoritmo simples (com -single) e o paralelizado. O algoritmo concorrente levou em média aproximadamente quinze vezes mais tempo que o algoritmo simples.

Outro teste comparativo que fizemos foi com relação ao número de threads usadas para resolver o grafo da NSFNet, mas dessa levamos em consideração apenas o número de iterações do algoritmo. Com duas threads, o programa rodou em 58 iterações. Com quatro, o número de iterações variou entre 37 e 48. Com seis, de 35 a 38. Com oito, de 23 a 121. Todos os testes foram rodados na mesma máquina, que possuía apenas 2 cores.