

# Busca em Grafos

Zenilton Patrocínio

# Busca em Grafo – Introdução

Busca em grafo é um processo sistemático para se examinar vértices e arestas.

Vértices e arestas não examinados são ditos não marcados (não explorados ou não visitados).

Inicialmente, todos os vértices e arestas são não marcados.

Após terem sido examinados, eles são marcados como explorados ou visitados.

Ao final (de uma busca completa), todos os vértices e arestas serão marcados.

# Busca Genérica em Grafo – Processo

Dado um grafo  $G = (V, E)$ , inicialmente vértices e arestas são desmarcados.

No passo inicial, marca-se um vértice escolhido de forma arbitrária.

No passo geral, seleciona-se algum vértice  $v$  que seja marcado e extremo de alguma aresta  $\{v, w\}$  ainda não explorada.

A aresta  $\{v, w\}$  torna-se explorada e o vértice  $w$  torna-se marcado (se não for).

O processo termina quando todas as arestas de  $G$  tiverem sido exploradas.

# Busca Genérica – Algoritmo

Passo 1. Desmarcar todos os vértices

Passo 2. Escolher e marcar um vértice inicial

Passo 3. enquanto existir algum vértice  $v$  que seja marcado e incidente a uma aresta  $\{v, w\}$  não explorada efetuar

- a. Escolher o vértice marcado  $v$
- b. Escolher e explorar uma aresta  $\{v, w\}$
- c. se o vértice  $w$  é não marcado então

    Marcar o vértice  $w$

# Busca Genérica

Quando a aresta  $\{v, w\}$  é selecionada a partir do vértice marcado  $v$ , é comum dizer que a aresta  $\{v, w\}$  foi explorada e que o vértice  $w$  é alcançado.

Um vértice torna-se explorado somente quando todas as arestas incidentes a ele tiverem sido exploradas.

Durante o processo de busca, um vértice pode ser alcançado várias vezes.

Um vértice  $v$  torna-se marcado quando a primeira aresta incidente a ele é explorada e, nesse momento, é iniciada a exploração do vértice  $v$ .

# Busca Genérica

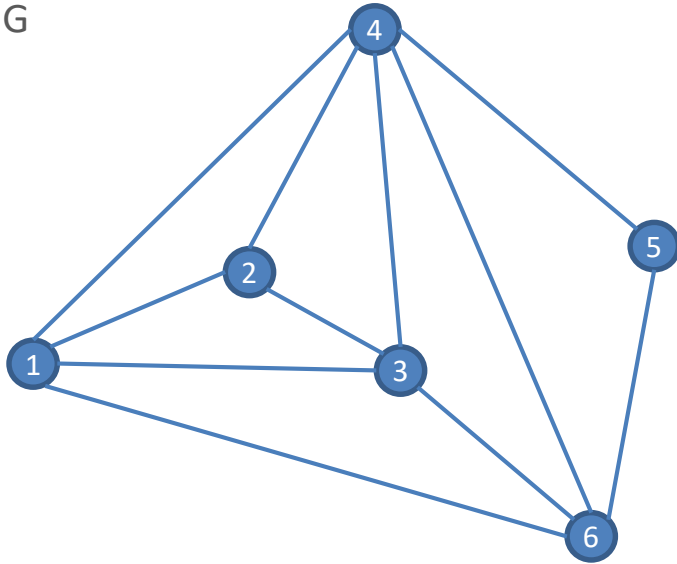
Geralmente, o vértice inicial é denominado raiz da busca.

Uma busca em um grafo não é única pois é possível escolher:

- o vértice inicial (ou raiz) da busca;
- o vértice marcado  $v$  a partir do qual vai se explorar uma aresta;
- a aresta não explorada  $\{v, w\}$  incidente ao vértice marcado  $v$  que será visitada.

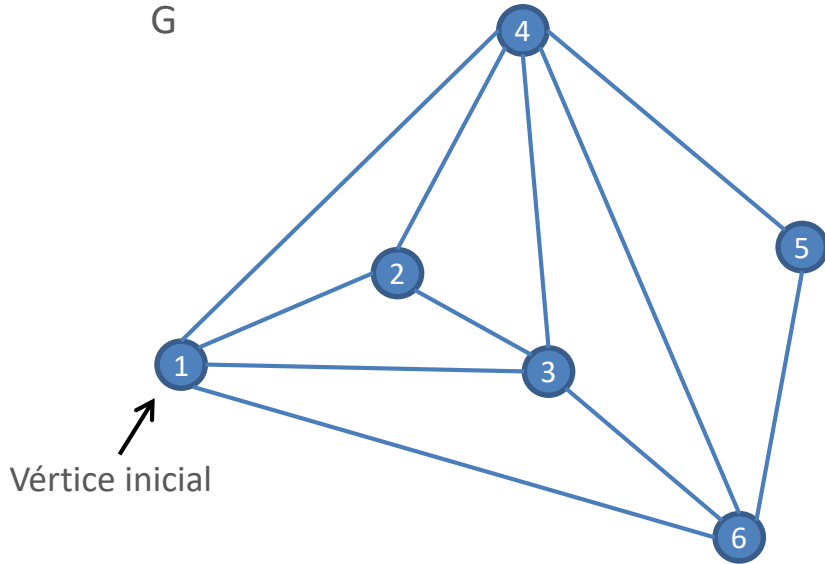
# Busca Genérica – Exemplo

G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

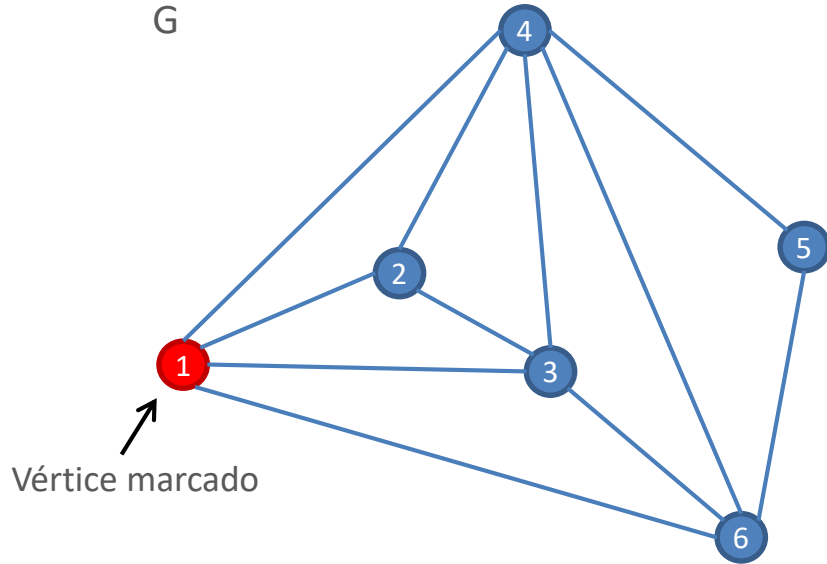
# Busca Genérica – Exemplo



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

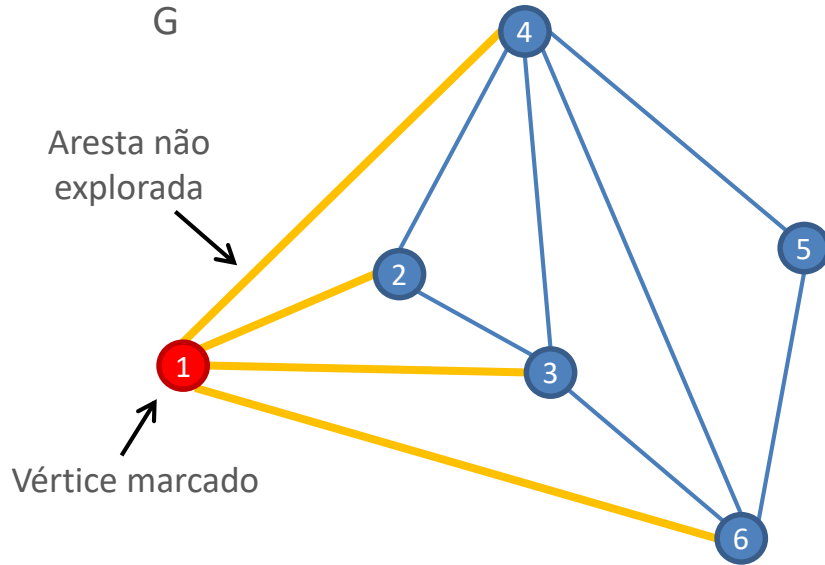


# Busca Genérica – Exemplo



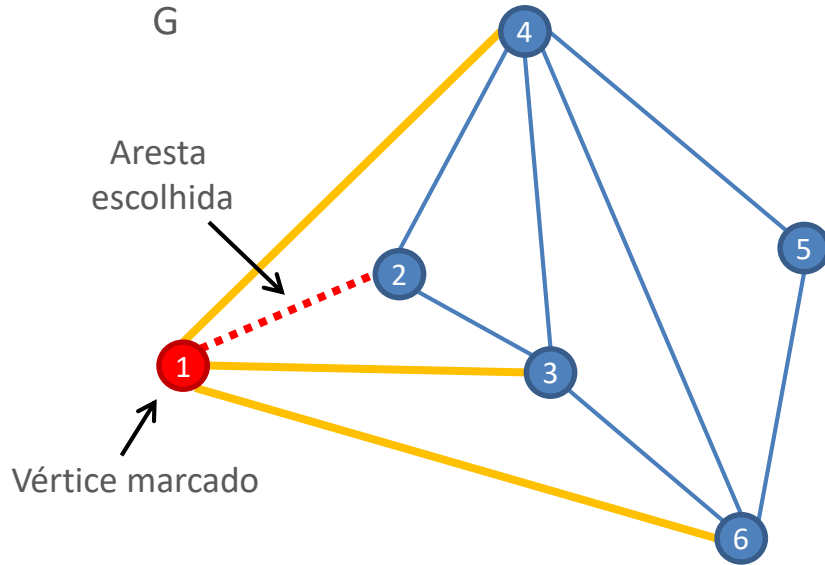
- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo



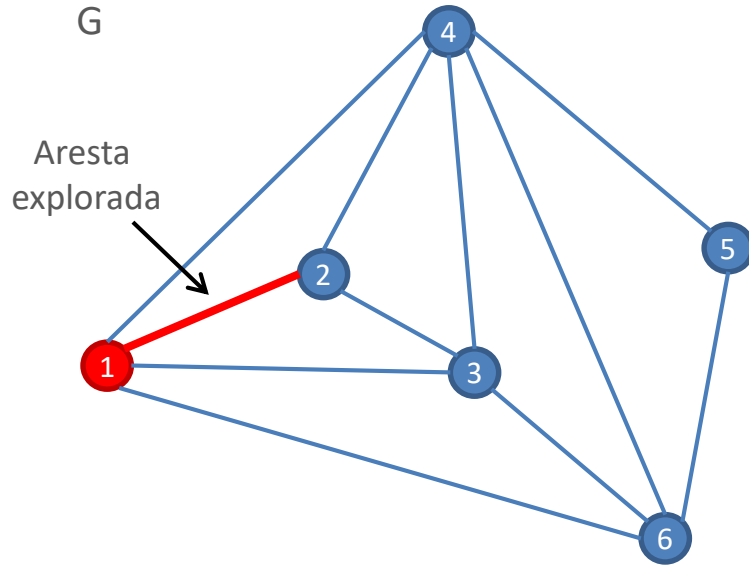
- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo



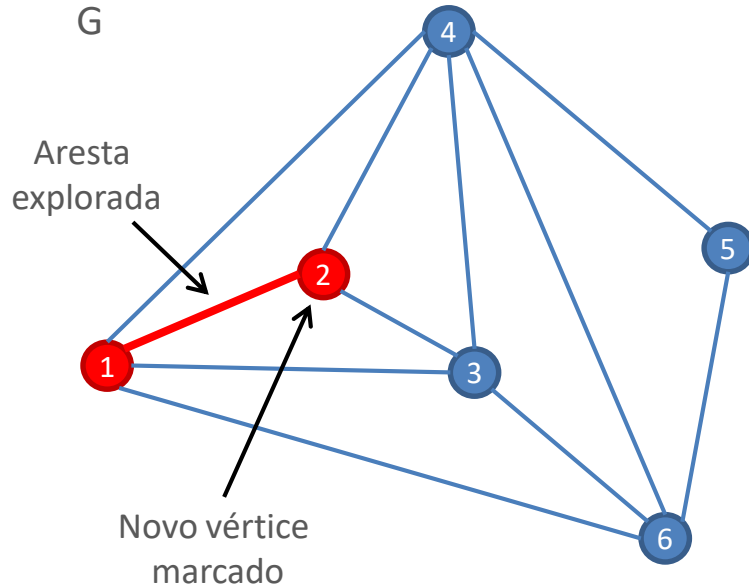
- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

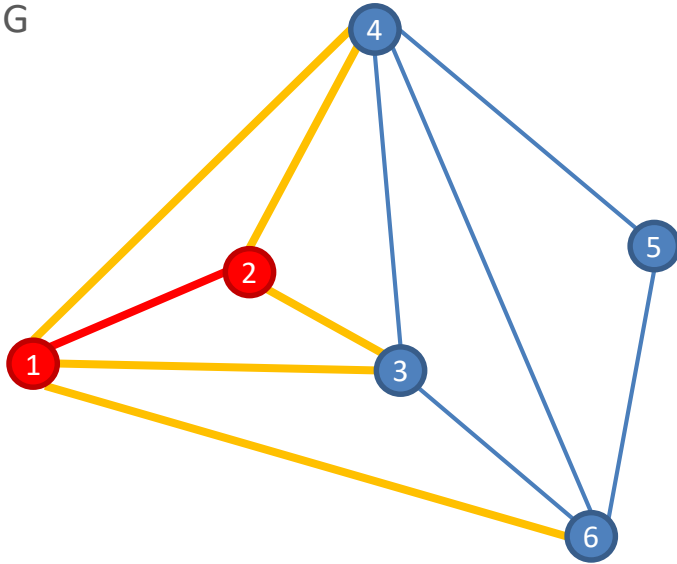
# Busca Genérica – Exemplo



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

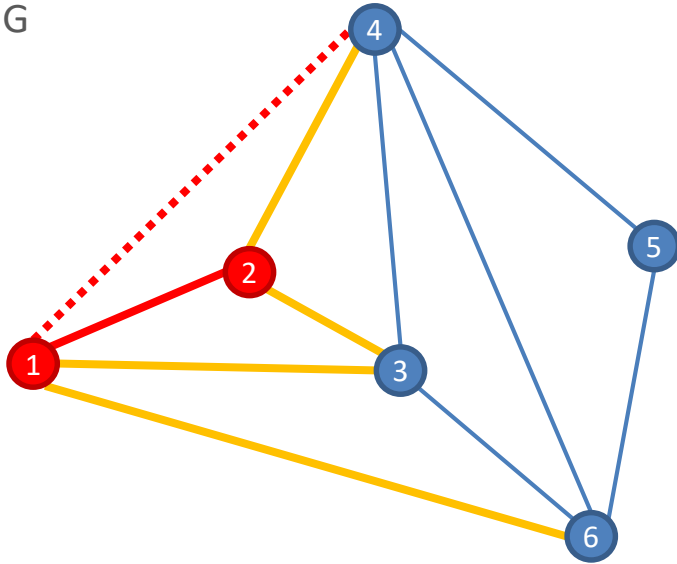
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

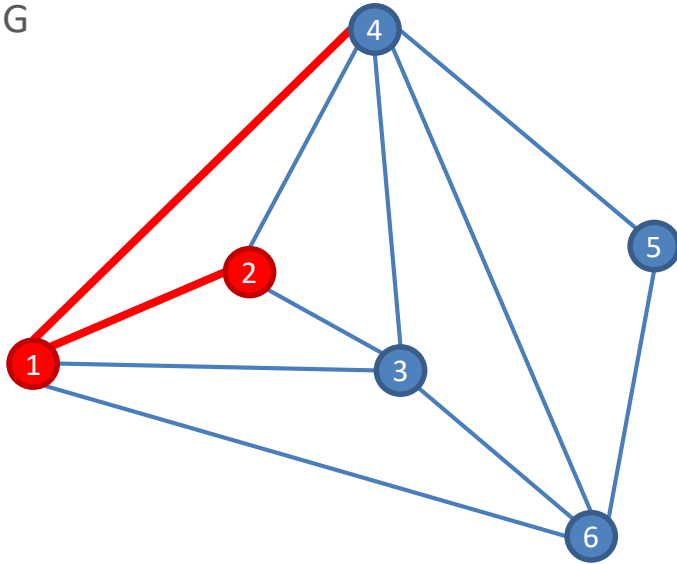
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G

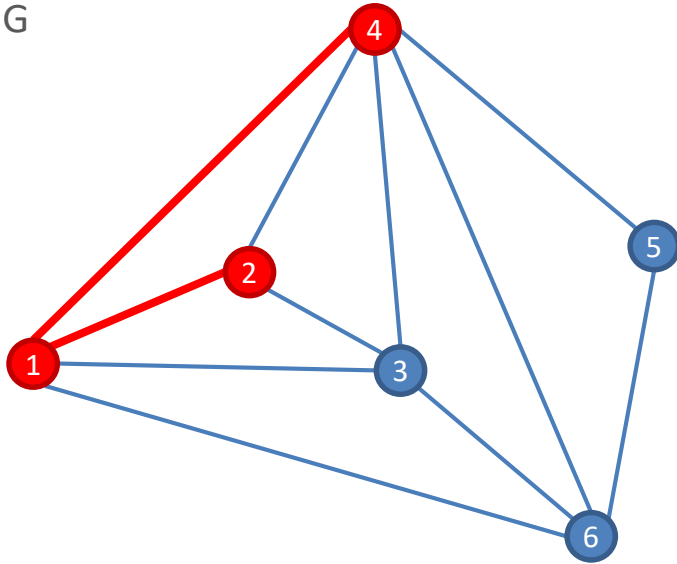


- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado



# Busca Genérica – Exemplo

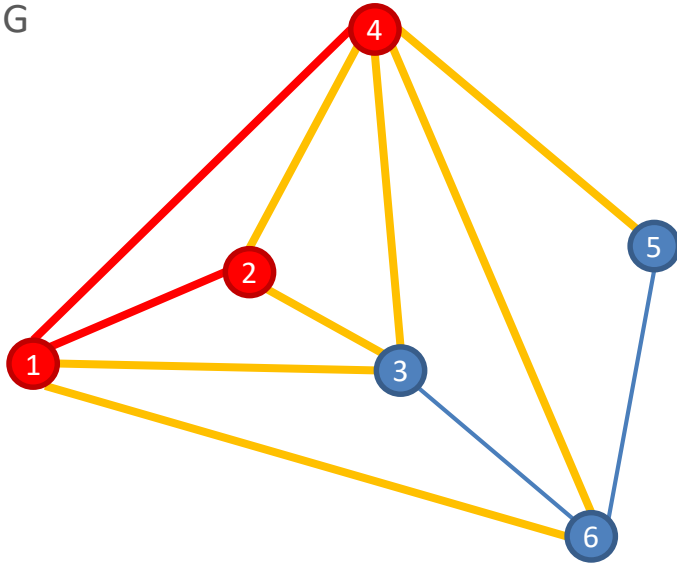
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

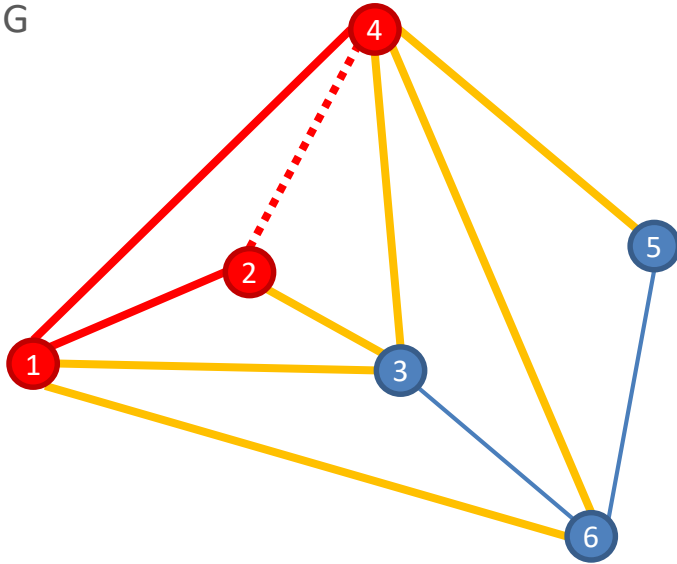
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

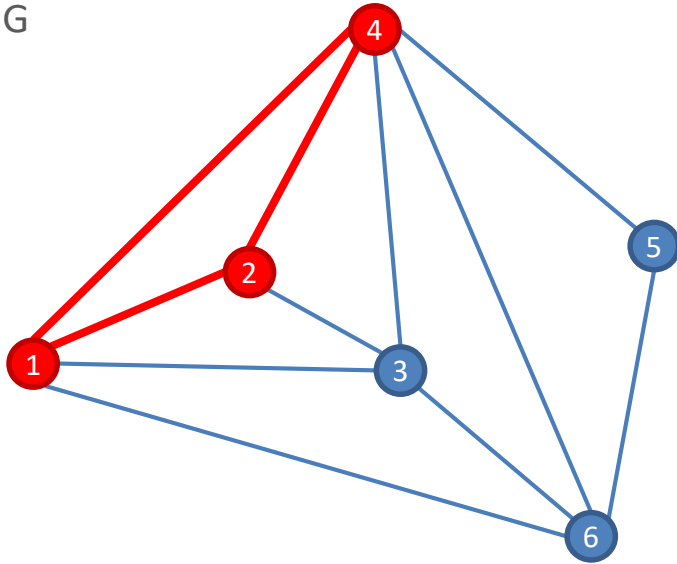
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

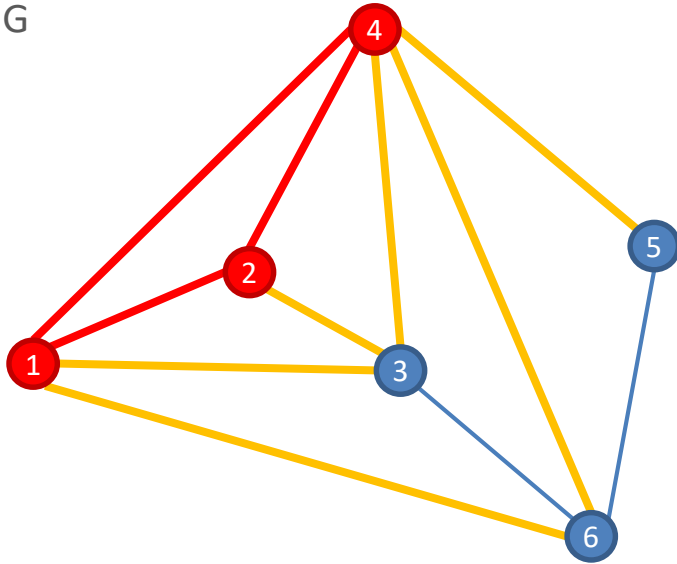
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

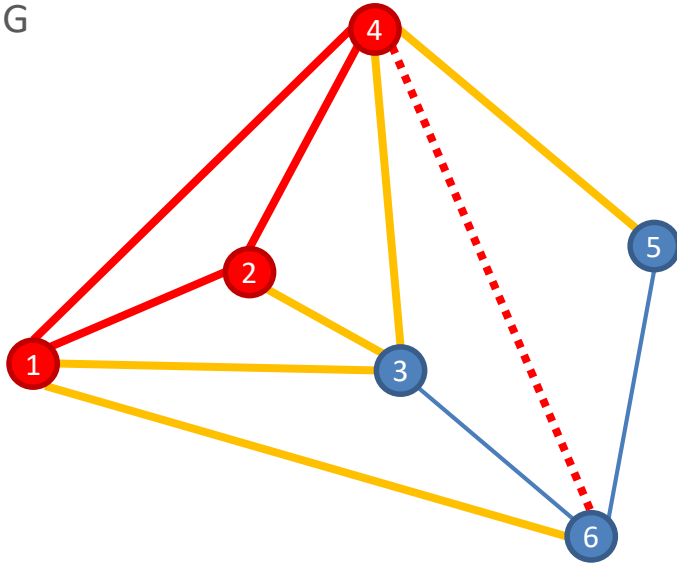
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

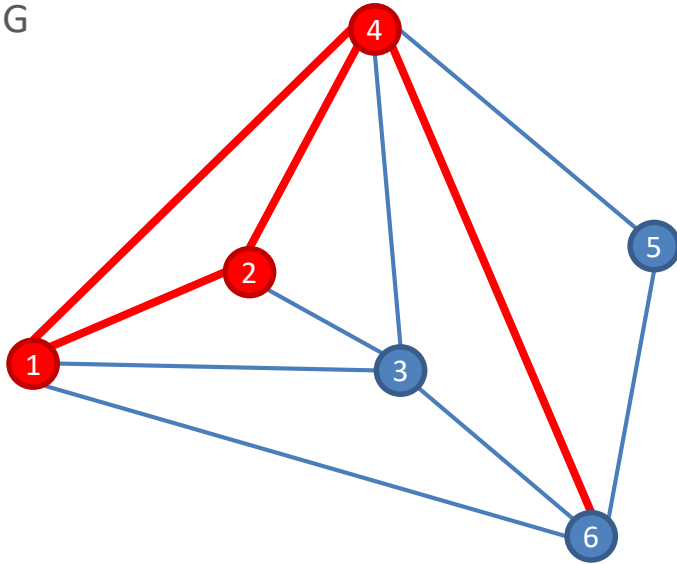
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

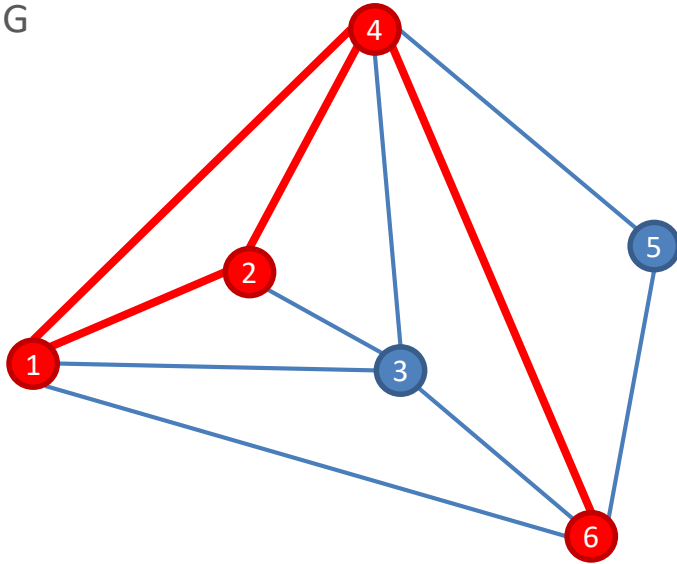
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G

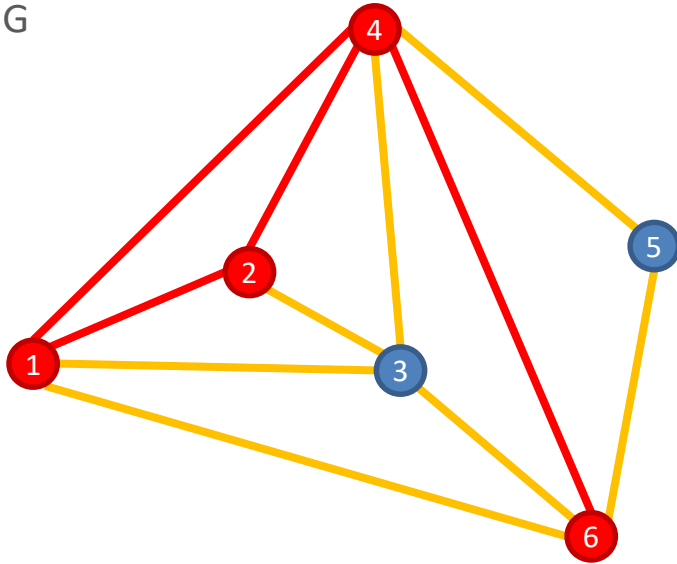


- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado



# Busca Genérica – Exemplo

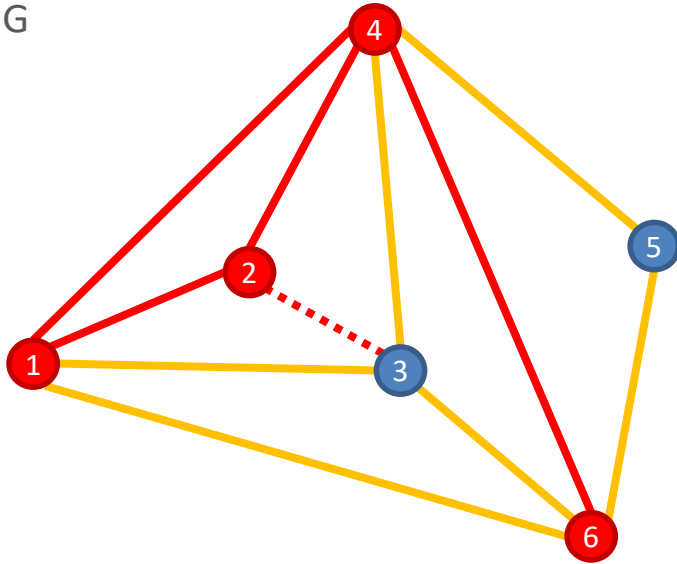
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

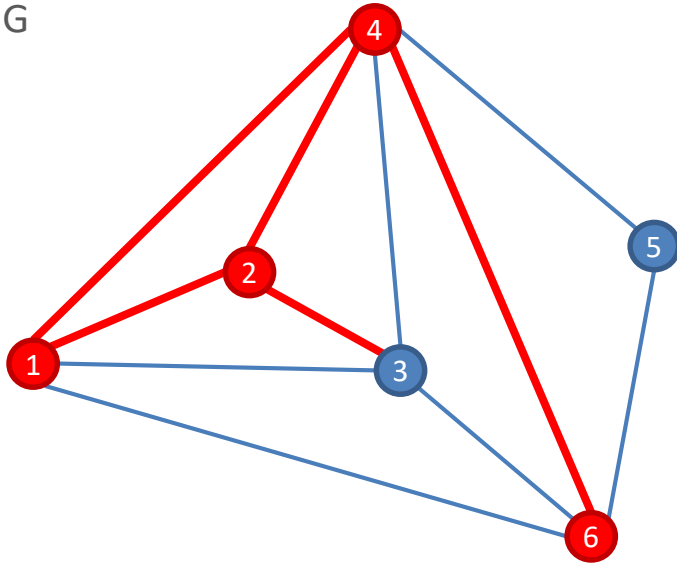
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

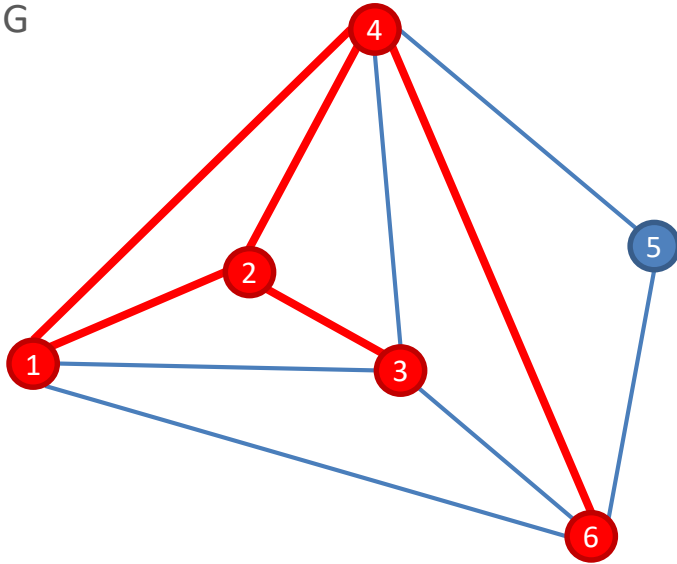
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

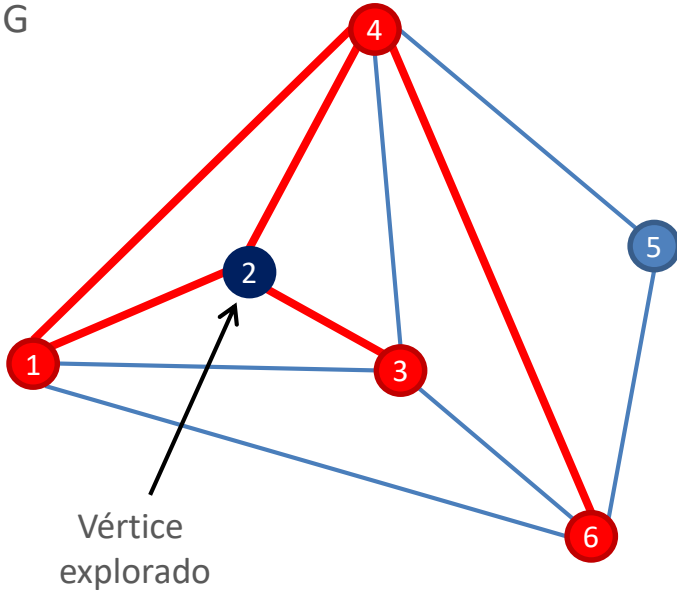
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

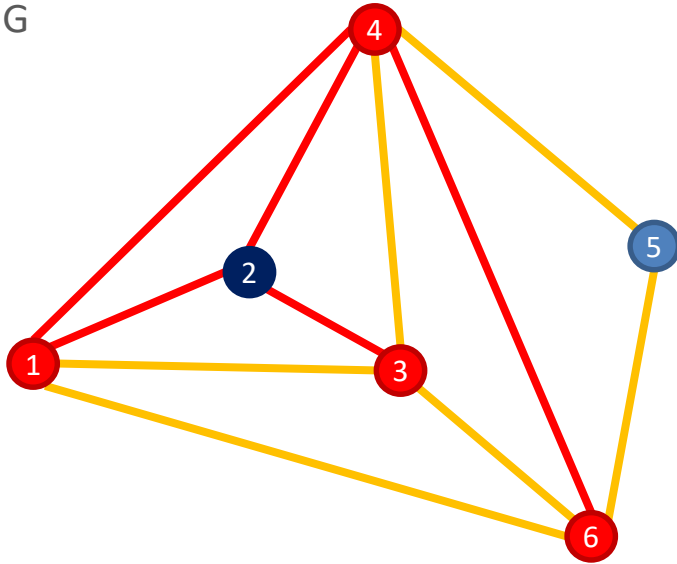
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

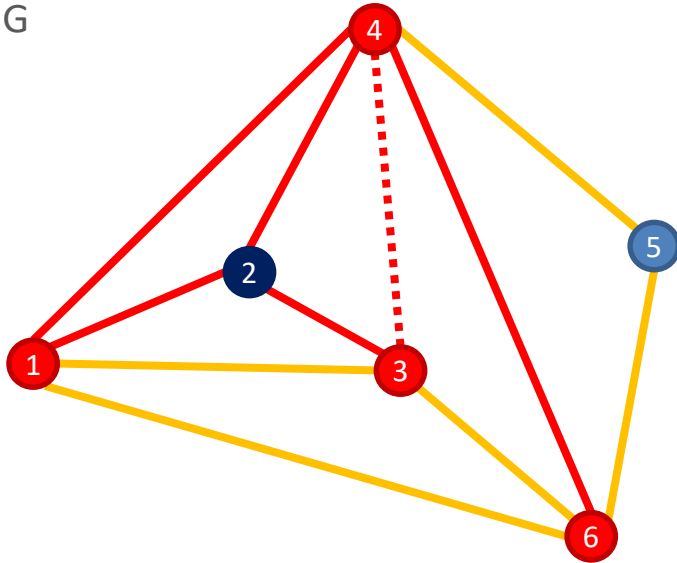
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

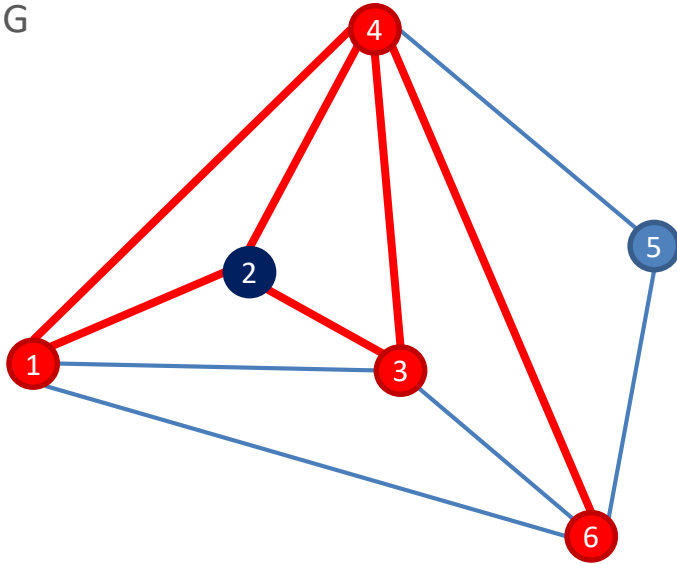
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G

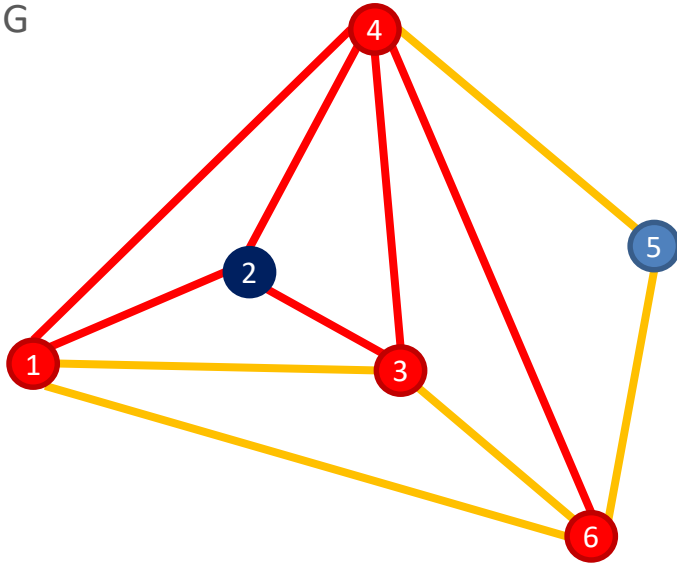


- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado



# Busca Genérica – Exemplo

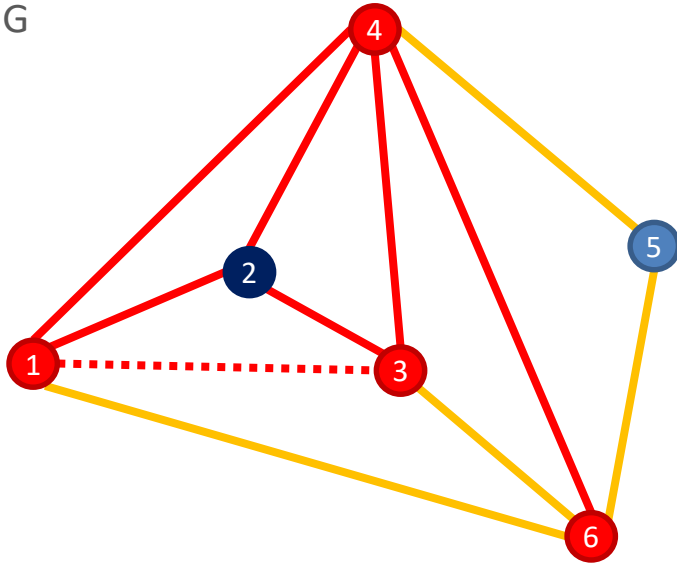
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

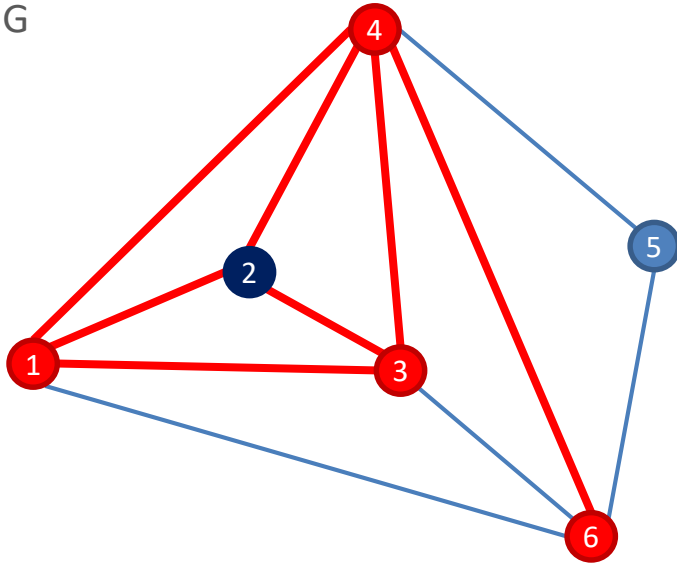
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

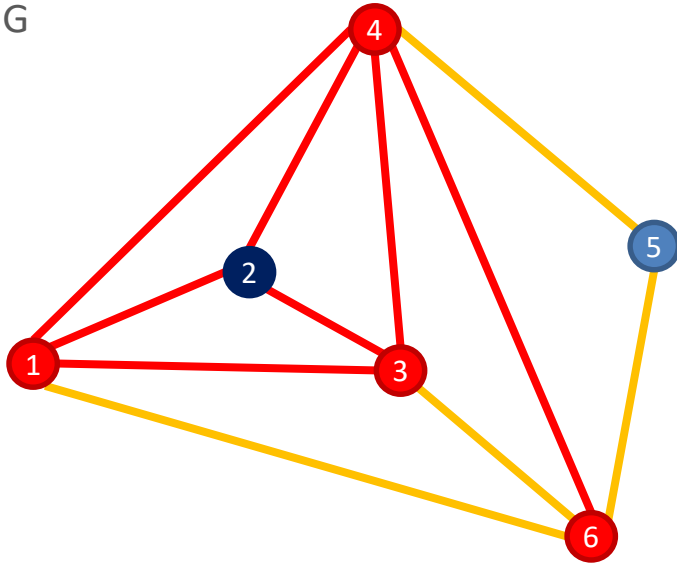
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

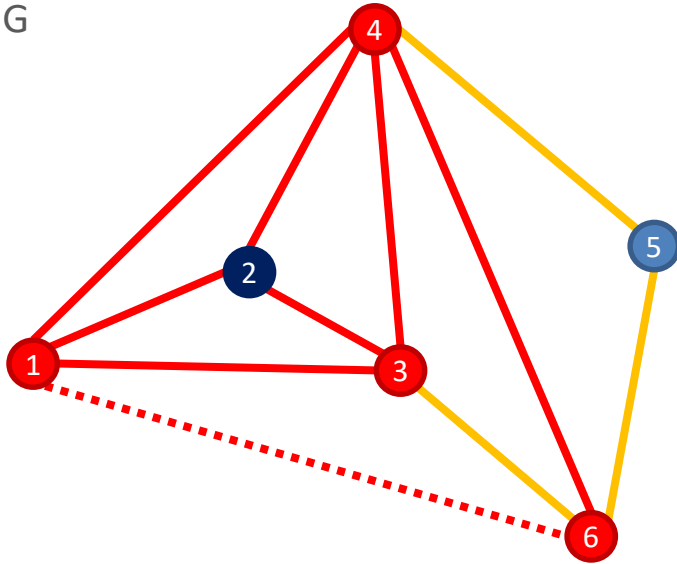
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

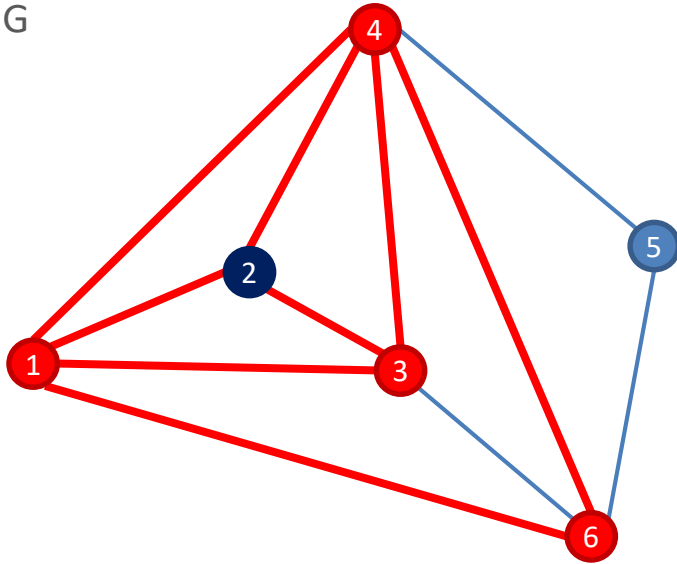
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

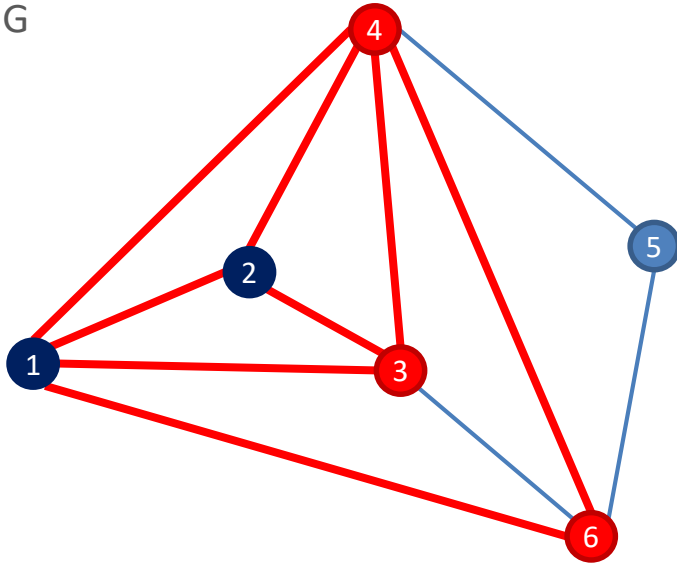
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

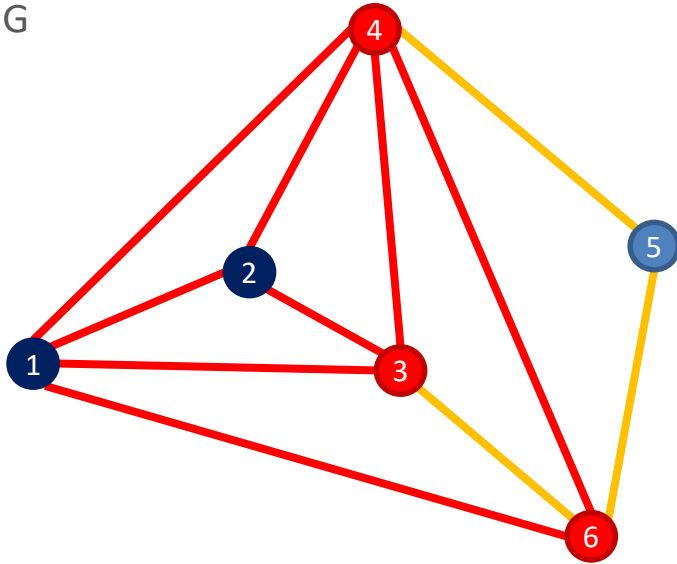
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G

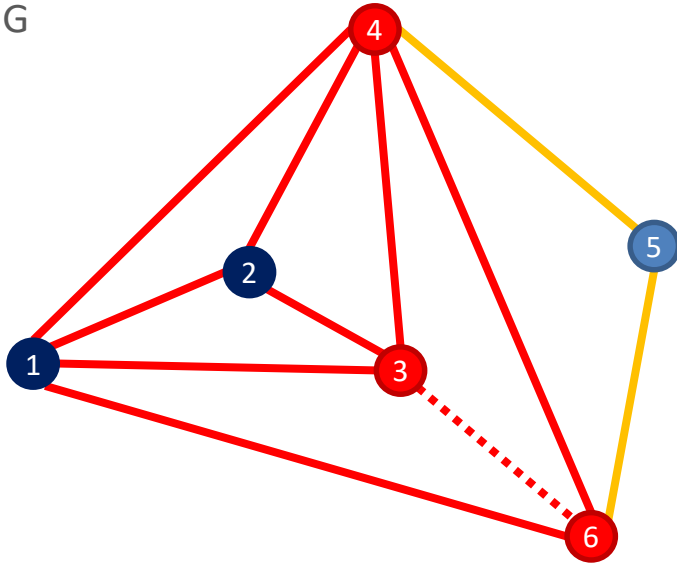


- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado



# Busca Genérica – Exemplo

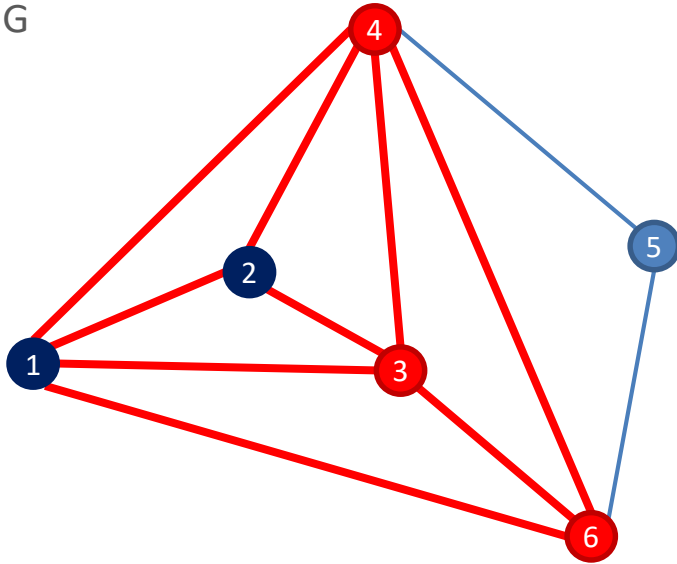
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

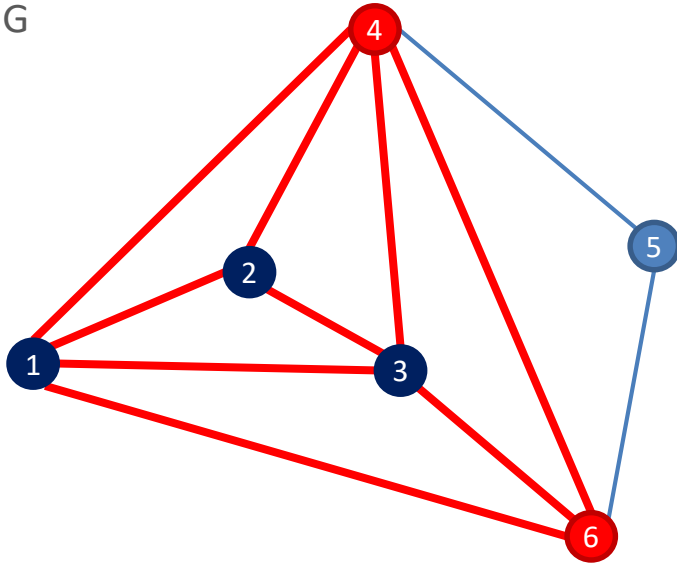
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

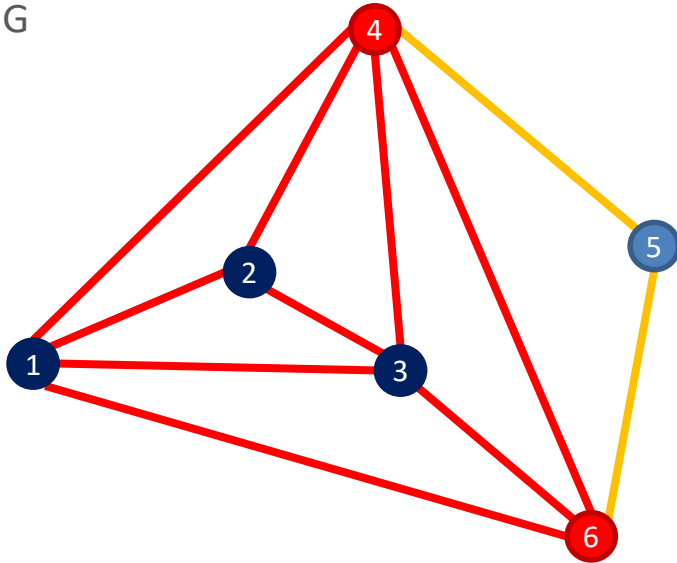
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

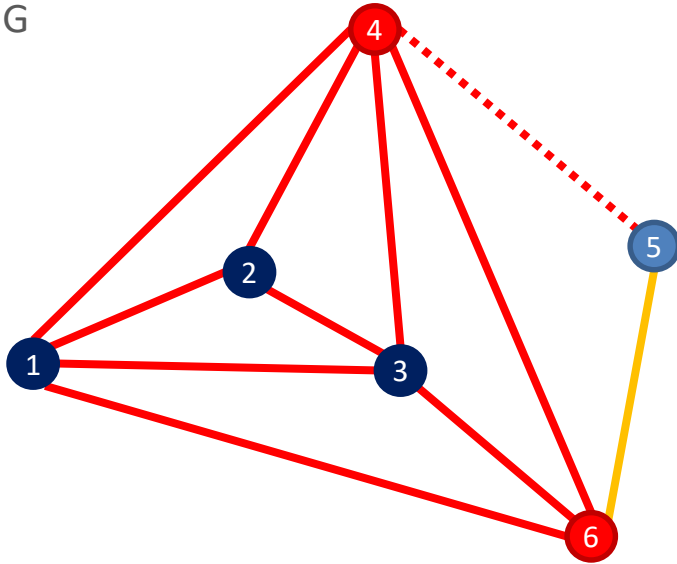
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

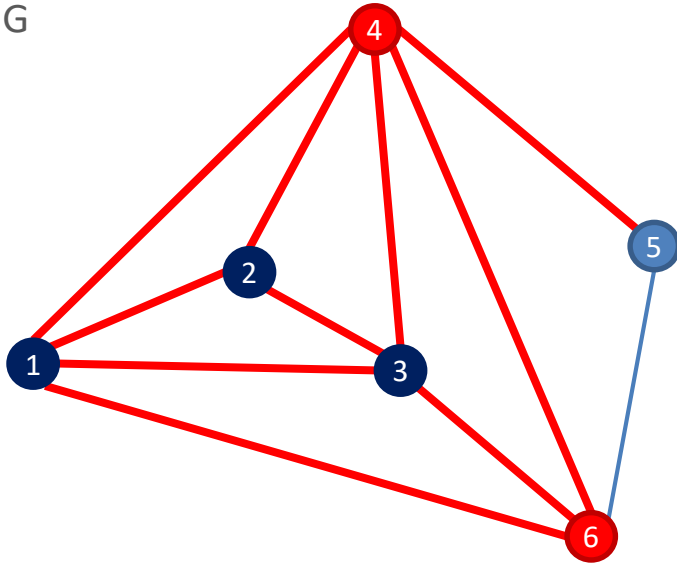
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

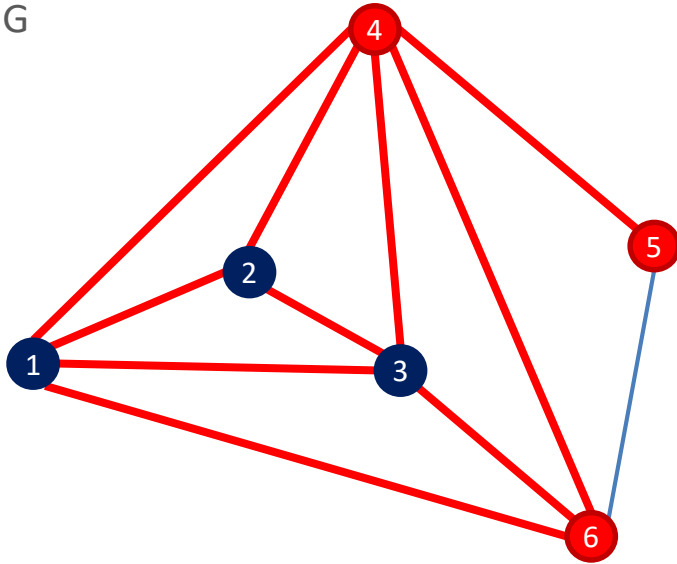
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

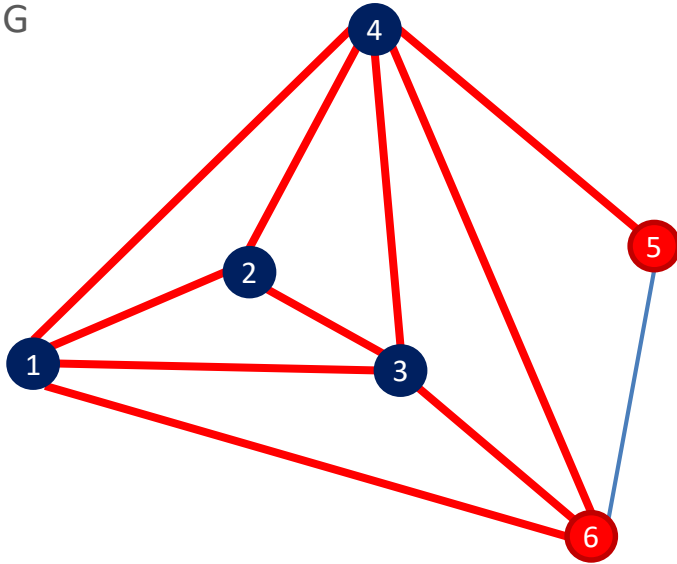
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G

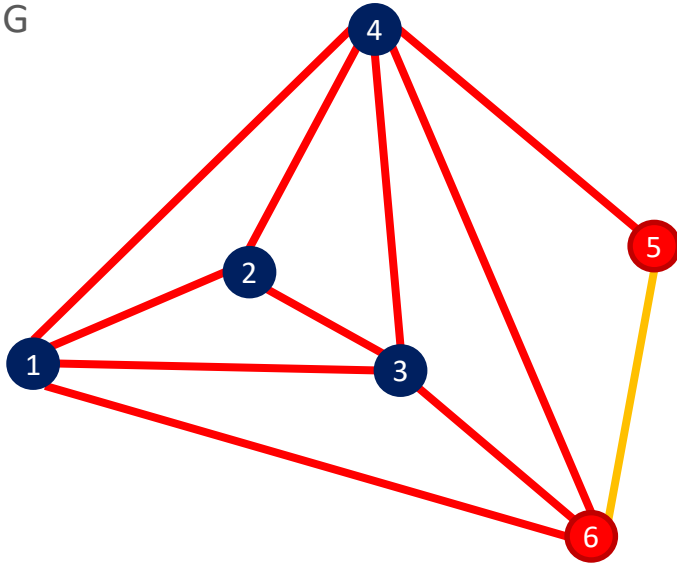


- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado



# Busca Genérica – Exemplo

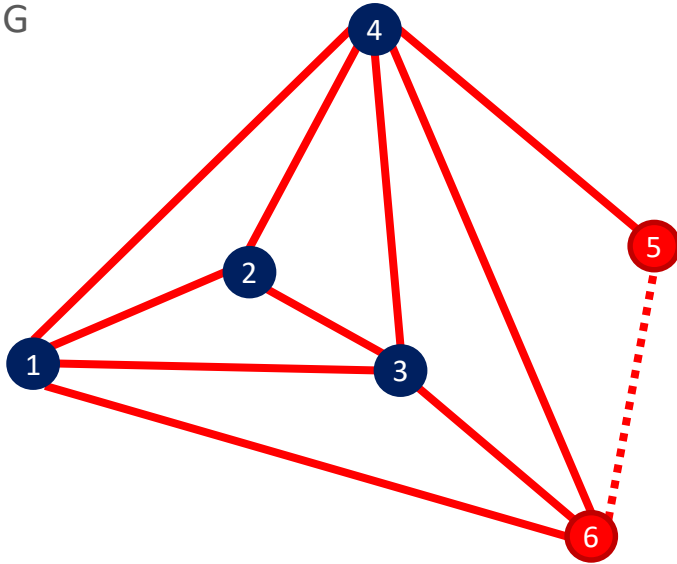
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

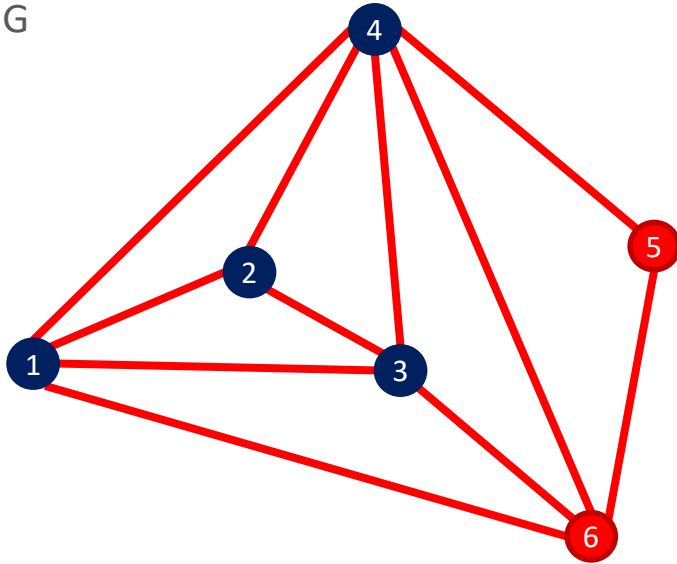
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

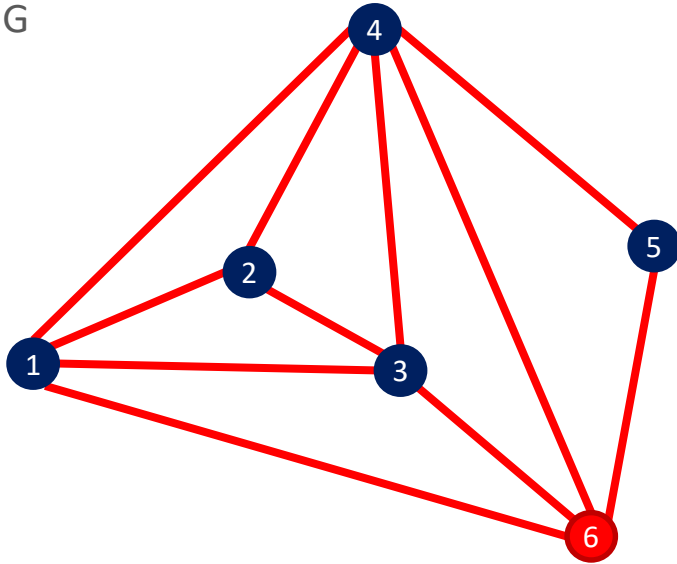
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- ... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

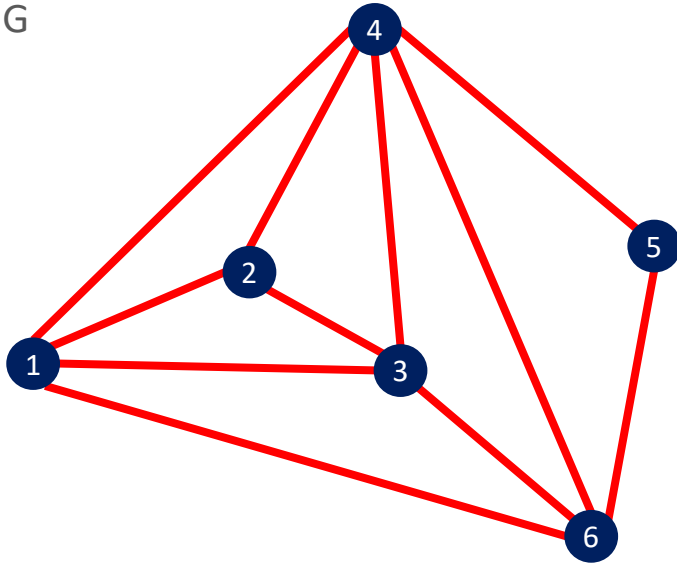
G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica – Exemplo

G



- Vértice não explorado
- Aresta não explorada
- Vértice marcado
- Aresta não explorada incidente a vértice marcado
- .... Aresta selecionada
- Aresta explorada
- Vértice explorado

# Busca Genérica

Critério para escolha do vértice marcado  $v$  produz diferentes buscas:

- Busca em Profundidade

“dentre todos os vértices marcados e incidentes a alguma aresta ainda não explorada, escolher aquele **mais recentemente** alcançado na busca”

- Busca em Largura

“dentre todos os vértices marcados e incidentes a alguma aresta ainda não explorada, escolher aquele **menos recentemente** alcançado na busca”

