Resumo Trabalho de Grafos

Heron V. V. Silva

Sistemas de informação – Pontificia Universidade Catolica de Minas Gerais (PUC - Minas) – Betim – MG – Brasil

[heron.s.study@gmail.com](mailto:heron.s.study@gmail.com)

12-2022

***Resumo***

*Este documento, tem como objetivo fundamentar o trabalho de segundo semestre da matéria de Algoritmo em Grafos, do curso de sistemas de informação.*

***Abstract***

*This document has as objective support the work of the second semester of the class of Algorithm in Graphs, of the course of information systems.*

# - Introdução

*Instruções no documento de orientação do trabalho, podendo ser realizado em grupos de até 4 alunos. As implementações podem ser feitas nas linguagens C/C++, C#, Java, e Python, e o relatório deve ser feito no modelo LATEX. Ele deverá ser entregue no Canvas, até as 23:59 da data limite estipulada.*

*Cópias serão sumariamente zeradas. Cada um dos membros do grupo deverá entregar uma cópia do trabalho. A entrega deve ser realizada da seguinte forma: um arquivo .zip ou .rar contendo o código fonte do trabalho, a fonte do relatório (.tex) e o PDF do relatório. Além disso, indiquem no relatório as responsabilidades e o que foi feito por cada membro do grupo.*

# - Orientação

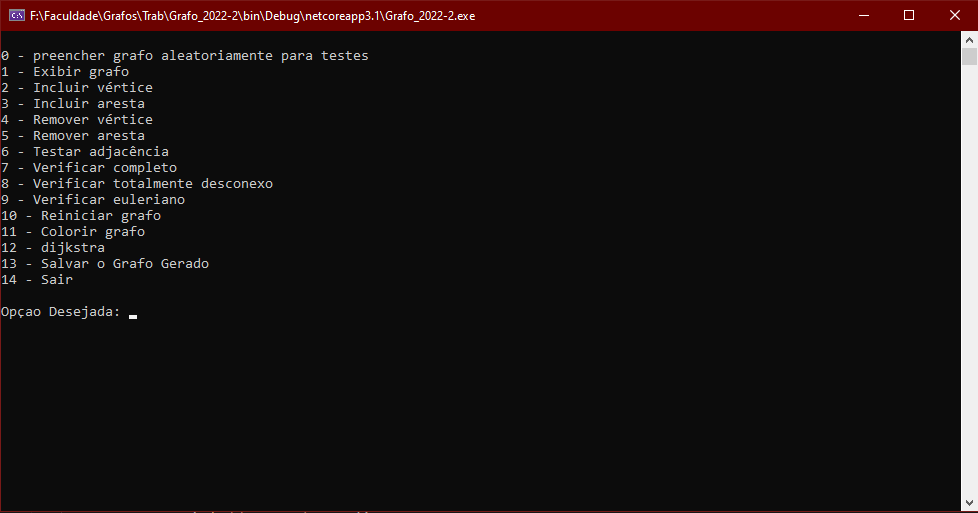
*Desenvolver uma biblioteca para a manipulação de grafos. Com a capacidade de representação dos dados gerados, em forma de matriz e lista de adjacências e poder realizar manipulações nos vertices e arestas gerados.*

# - Programa

## - Sistema visualização e utilização

*A manipulação consiste em criar o grafo com a quantidade de vertices definida pelo usuário, permitindo que ele controle o tamanho do grafo sendo trabalhado.*

*Figura 1 – Menu sistema no Console*



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

Este é a visulização principal do sistema, que funciona no console.

**0 - preencher grafo aleatoriamente para testes**

**1 - Exibir grafo**

**2 - Incluir vértice**

**3 - Incluir aresta**

**4 - Remover vértice**

**5 - Remover aresta**

**6 - Testar adjacência**

**7 - Verificar completo**

**8 - Verificar totalmente desconexo**

**9 - Verificar euleriano**

**10 - Reiniciar grafo**

**11 - Colorir grafo**

**12 - dijkstra**

**13 - Salvar o Grafo Gerado**

**14 - Sair**

Nesta visualização é disponibilizado os recursos que o sistema possui.

## - O código do sistema desenvolvido

### - Programa

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.IO;

using System.Collections;

using System.Diagnostics;

namespace Grafo\_2022\_2

{

class Programa

{

//Menu para chamar os metodos a serem executados pelo programa

static int menu()

{

Console.Clear();

Console.WriteLine("\n0 - preencher grafo aleatoriamente para testes"); //funcionava

Console.WriteLine("1 - Exibir grafo");

Console.WriteLine("2 - Incluir vértice");

Console.WriteLine("3 - Incluir aresta");

Console.WriteLine("4 - Remover vértice");

Console.WriteLine("5 - Remover aresta");

Console.WriteLine("6 - Testar adjacência");

Console.WriteLine("7 - Verificar completo");

Console.WriteLine("8 - Verificar totalmente desconexo");

Console.WriteLine("9 - Verificar euleriano");

Console.WriteLine("10 - Reiniciar grafo");

Console.WriteLine("11 - Colorir grafo");

Console.WriteLine("12 - dijkstra");

Console.WriteLine("13 - Salvar o Grafo Gerado");

Console.WriteLine("14 - Sair");

Console.Write("\nOpção Desejada: ");

return (int.Parse(Console.ReadLine()));

}

//Inicio programa Main

static void Main(string[] args)

{

//Principal para o programa

{

//string de id dos vertices.

string Id\_Name1, Id\_Name2;

//ints para chamar setar peso para as arestas e vertices

int Menu, V1;

Grafo G = new Grafo();

Algoritmo\_1 A1 = new Algoritmo\_1();

Colorir\_Grafo C = new Colorir\_Grafo();

NAIVE nAive = new NAIVE();

SalvaGrafo salvaGrafo = new SalvaGrafo();

do

{

Menu = menu();

switch (Menu)

{

//tentativa de automatizar um grafo para teste

case 0:

Console.Clear();

G.CriarGrafoTeste();

Console.WriteLine("10 Vertices para teste criados");

Console.WriteLine("Aperte qualquer tecla para continuar");

Console.ReadKey();

break;

case 1: // exibir grafo gerado

Console.Clear();

G.exibirGrafo();

Console.ReadKey();

break;

case 2: // incluir vertice - nome e peso

Console.Clear();

Console.Write("Informe o identificador do vértice: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

Console.WriteLine("Informe seu peso");

V1 = int.Parse(Console.ReadLine());

G.incluirVertice(Id\_Name1, V1);

Console.ReadKey();

//G.preencheGrafo();

break;

case 3: // incluir aresta a partir do vertice informado

Console.Clear();

Console.Write("Informe vértice de origem: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

Console.Write("Informe vértice de destino: ");

Id\_Name2 = Console.ReadLine();

Console.WriteLine("Informe o peso da aresta a ser inserida");

V1 = int.Parse(Console.ReadLine());

//Sempre validar se existe adjacencia já entre os vertices

if (G.adjacentes(Id\_Name1, Id\_Name2))

Console.WriteLine("Os vértices {0} e {1} já são adjacentes.", Id\_Name1, Id\_Name2);

else

//se não houver inclui as arestas

G.incluirAresta(Id\_Name1, Id\_Name2,V1);

Console.ReadKey();

break;

case 4: // remover vertice

Console.Clear();

Console.Write("Informe o identificador do vértice: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

G.removerVertice(Id\_Name1);

Console.ReadKey();

break;

case 5: // remover aresta

Console.Clear();

Console.Write("Informe vértice de origem: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

Console.Write("Informe vértice de destino: ");

Id\_Name2 = Console.ReadLine();

G.removerAresta(Id\_Name1, Id\_Name2);

Console.ReadKey();

break;

case 6: // testar adjacência

Console.Clear();

Console.Write("Informe vértice de origem: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

Console.Write("Informe vértice de destino: ");

Id\_Name2 = Console.ReadLine();

if (G.adjacentes(Id\_Name1, Id\_Name2))

Console.WriteLine("Os vértices {0} e {1} são adjacentes.", Id\_Name1, Id\_Name2);

else

Console.WriteLine("Os vértices {0} e {1} não são adjacentes.", Id\_Name1, Id\_Name2);

Console.ReadKey();

break;

case 7: // verificar grafo completo

Console.Clear();

if (G.vazio())

Console.WriteLine("Grafo vazio.");

else if (G.completo())

Console.Write("O grafo é completo.");

else

Console.WriteLine("O grafo não é completo.");

Console.ReadKey();

break;

case 8: // verificar grafo desconexo

Console.Clear();

if (G.vazio())

Console.WriteLine("Grafo vazio.");

else if (G.totalmenteDesconexo())

Console.Write("O grafo é totalmente desconexo.");

else

Console.WriteLine("O grafo não é totalmente desconexo.");

Console.ReadKey();

break;

case 9: // verificar euleriano tentar

Console.Clear();/\*

if (G.euleriano())

Console.Write("O grafo é euleriano.");

else

Console.WriteLine("O grafo não é euleriano.");

Console.ReadKey();\*/

break;

case 10: // reiniciar grafo

Console.WriteLine("Você deseja salvar o grafo? \n1 - Sim\n2 - Não");

int Opcao = int.Parse(Console.ReadLine());

do

{

switch (Opcao)

{

case 1:

salvaGrafo.SalvarGrafo(G);

break;

case 2:

G.ReiniciarGrafo();

break;

}

} while (true);

case 11: //colorir os vertices

Console.Clear();

C.colorirGrafo(G);

Console.WriteLine("Grafo colorido");

Console.ReadKey();

break;

case 12: // algoritmo de Dijkstra - tentativa - ref: https://eximia.co/o-algoritmo-de-dijkstra-em-c/

Console.Clear();

Console.WriteLine("Algoritmo de Djkistra");

Console.Write("Informe vértice de origem: ");

Id\_Name1 = Console.ReadLine();

Console.Write("Informe vértice de destino: ");

Id\_Name2 = Console.ReadLine();

//passar o grafo e fazer um caminho de Djikstra entre os vertices

A1.A\_dijkstra(G, Id\_Name1, Id\_Name2);

Console.ReadKey();

break;

case 13: //metodo de salvar arquivo com todos os dados do grafo. sobrescreve o arquivo já gerado. não consegui gerar versões: (1)(2)

Console.Clear();

salvaGrafo.SalvarGrafo(G);

//SalvarGrafo();

Console.ReadKey();

break;

case 14: //metodo para tentar usar NAIVA- TARJAN

// tests simple model presented on https://en.wikipedia.org/wiki/Tarjan%27s\_strongly\_connected\_components\_algorithm

Console.Clear();

Console.WriteLine("Algoritmo de Tarjan");

//recebe a lista de vertices para testar, entendi que é assim

var lista\_ciclo = nAive.DetectaCiclo(G.vertices);

Console.ReadKey();

break;

}

} while (Menu != 15);

}

}

}

}

### - Grafo

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.IO;

//gerar o grafo em si e suas operações

namespace Grafo\_2022\_2

{

//Gerar os vertices do Grafo - objeto

public class vertice

{

//gerar um objeto Vertice com os atributos

public string Id\_Vertice;

public int Id\_Peso = 0;

public int Id\_Cor = 99;

//gerar uma lista de adjacencias do vertice

public List<aresta> adjacencias = new List<aresta>();

//Usar para Djikstra

public int rotulo = 0; //rotular o vertice

public bool permanente = false;

//pega o atributo do valor da aresta e aponta para seu destino

public class aresta

{

//Pega e atribui um valor na aresta

public string Id\_Destino; //identifica a vertice destino - não orientado

public int Peso\_Distancia; //gera um valor entre os vertices - da um peso para a aresta

}

}

public class Grafo

{

//Lista teste utilizado para o metodo de teste de funcionamento dos metodos gerados, não utilizada mais

public List<vertice> Teste\_vertices = new List<vertice>();

//função para realizar testes, total convicção que funciona

public void preencheGrafo()

{

vertice v;

for (int i = 1; i < 4; i++)

{

v = new vertice();

v.Id\_Vertice = i.ToString(); //nomeia

v.Id\_Peso = i; //da peso pro vertice

Teste\_vertices.Add(v); //adiciona na lista

numVertices++;

if (i == 2)

{

incluirAresta(1.ToString(), 2.ToString(), 100);

adjacentes(1.ToString(), 2.ToString());

}

}

}

//função para realizar testes

public void PreencherVertices()//função para realizar testes

{

vertice v;

for (int i = 0; i < 10; i++)

{

v = new vertice();

v.Id\_Vertice = i.ToString();

v.Id\_Peso = i;

Teste\_vertices.Add(v);

vertices.Add(v);

numVertices++;

}

}

//função para realizar testes

public void CriarGrafoTeste()

{

PreencherVertices();

}

//Gerar uma lista com os vertices e seus pesos e preencher a matriz com os vertices.

public List<vertice> vertices = new List<vertice>();

//Gerar um contador de vertices no Grafo

public int numVertices = 0;

//Exibir o Grafo gerado

public void exibirGrafo()

{

//Valida a quantidade de vertices, inciando em 0.

Console.WriteLine("Grafo possui {0} vértices. \n\n", numVertices);

//informa todos os vertices e seus atributos

foreach (vertice v in vertices)

{

//Gerar informação do identificador do vertice, seu peso e sua cor

Console.Write("Vértice {0}, valor: {1}, cor: {2} é adjacente a: ", v.Id\_Vertice, v.Id\_Peso, v.Id\_Cor);

Console.WriteLine();

//Gerar um relatório de quais os vertices que eles alcançam - ao menos deveria

foreach (vertice.aresta V\_aux in v.adjacencias)

Console.Write("Vertice adjacente: \n", V\_aux.Id\_Destino);

}

}

//verificar por nome do vertice

public vertice existeVertice(string n)

{

vertice Aux = null;

int i;

i = 0;

//Corre a lista e verifica nome a nome a existencia do vértice

while ((i < vertices.Count) && (vertices.ElementAt(i).Id\_Vertice != n))

i++;

if (i == vertices.Count) //se não tiver retorno, o metodo fica vazio

return Aux = null;

else //se houver algum retorno, ele volta o vertice instanciado.

Aux = vertices.ElementAt(i);

return Aux;

}

//Adicionar vertices

public void incluirVertice(string \_Name, int \_Peso)

{

//vertice auxiliar

vertice v = new vertice();

v.Id\_Vertice = \_Name;

v.Id\_Peso = \_Peso;

//envia o vertice que está sendo inserido no sistema

if (existeVertice(v.Id\_Vertice) != null)

Console.WriteLine("Vértice {0} já existe no Grafo.", v.Id\_Vertice);

else //após a validação se não existir ele é inserido no sistema

{

//Adiciona o vertice na lista

vertices.Add(v);

numVertices++;

}

}

//adicionar arestas não orientadas - ao menos deveria

public void incluirAresta(string V\_a1, string V\_a2, int Peso\_Distancia)

{

vertice VerAux1, VerAux2; //dois vertices auxiliares para instanciar

vertice.aresta Va; //instaciar a aresta do vertice

int i;

//Valida se existe os vertices no grafo

if (existeVertice(V\_a1) != null || existeVertice(V\_a2) != null)

Console.WriteLine("Um dos dois vértices ({0} ou {1}) não existe no grafo.", V\_a1, V\_a2);

else

{

if (adjacentes(V\_a1, V\_a2))

Console.WriteLine("{0} e {1} já são adjacentes no grafo.", V\_a1, V\_a2);

else

{

//setar as vertices auxiliares ponta a ponta na lista de arestas

//vertice inicial

VerAux1 = existeVertice(V\_a1);

//vertice final

VerAux2 = existeVertice(V\_a2);

//gerar a aresta e apontar seu Id\_Destino

Va = new vertice.aresta();

Va.Id\_Destino = VerAux2.Id\_Vertice;

i = 0;

while ((i < vertices.Count) && (vertices.ElementAt(i).Id\_Vertice != VerAux1.Id\_Vertice))

i++;

//Gera aresta do vertice 1 -> 2 e adiciona como objeto

vertices.ElementAt(i).adjacencias.Add(Va);

//gerar a aresta e apontar seu Id\_Destino

Va = new vertice.aresta();

Va.Id\_Destino = VerAux1.Id\_Vertice;

i = 0;

while ((i < vertices.Count) && (vertices.ElementAt(i).Id\_Vertice != VerAux2.Id\_Vertice))

i++;

//Gera aresta do vertice 2 -> 1 e adiciona como objeto

vertices.ElementAt(i).adjacencias.Add(Va);

}

}

}

//Valida se já existe a ajacencia entre os vertices

public bool adjacentes(string V\_a1, string V\_a2)

{

vertice v;

int i;

//primeiro validar a existencia dos vertices

if (existeVertice(V\_a1) != null && existeVertice(V\_a2) != null)

{

i = 0;

//varrer a lista de vertices e encontrar o vertice inicial

while (vertices.ElementAt(i).Id\_Vertice != V\_a1)

i++;

v = vertices.ElementAt(i);

i = 0;

//varrer a lista de vertices e encontrar o vertice inicial e validar se encontra alguma adjacencia entre eles

while ((i < v.adjacencias.Count) && (v.adjacencias.ElementAt(i).Id\_Destino != V\_a2))

i++;

//se rodar toda a lista e não encotrar

if (i == v.adjacencias.Count)

return (false);

//se rodar toda a lista e encotrar

else

return (true);

}

else

//primeiro validar a existencia dos vertices e se não existir finaliza

return (false);

}

public int posicaoVertice(string V\_a1)

{

int i = 0;

//validar a existencia do vertice e suas adjacencias

//verifica a existencia de vertices e valida todas suas adjacencias

while ((existeVertice(V\_a1) != null) && (i < existeVertice(V\_a1).adjacencias.Count) && (vertices.ElementAt(i).Id\_Vertice != existeVertice(V\_a1).Id\_Vertice))

i++;

if (i == vertices.Count)

return (-1);

else

return (i);

}

//pega a lista de adjacencia e valida se existe o vertice e gera a sequencia de posição ao vertice 1 -> 2

public int posicaoAresta(List<vertice.aresta> adjacencias, string V\_a1)

{

int i = 0;

//validar a existencia do vertice e suas arestas

while ((existeVertice(V\_a1) != null) && (i < adjacencias.Count) && (adjacencias.ElementAt(i).Id\_Destino != V\_a1))

i++;

if (i == adjacencias.Count)

return (-1);

else

return (i);

}

//remover o vertice

public void removerVertice(string V\_a1)

{

int i;

//validar a existencia do vertice no Grafo

if (existeVertice(V\_a1) != null)

Console.WriteLine("O vértice {0} não existe no Grafo.", V\_a1);

else

{

foreach (vertice V\_a2 in vertices)

{

//valida as adjacencias de vertices

i = posicaoAresta(V\_a2.adjacencias, V\_a1);

if (i != -1)

//valida as arestas e remove

removerAresta(V\_a1, V\_a2.Id\_Vertice);

}

//remove vertices na lista corretamente

vertices.RemoveAt(posicaoVertice(V\_a1));

numVertices--;

}

}

//Remover aresta

public void removerAresta(string V\_a1, string V\_a2)

{

//auxiliar os posicionamentos dos vertices e remover as arestas corretamente

int i, j;

if (!adjacentes(V\_a1, V\_a2))

Console.WriteLine("Os vértices {0} e {1} não são adjacentes.", V\_a1, V\_a2);

else

{

i = posicaoVertice(V\_a1);

j = posicaoAresta(vertices.ElementAt(i).adjacencias, V\_a2);

vertices.ElementAt(i).adjacencias.RemoveAt(j);

i = posicaoVertice(V\_a2);

j = posicaoAresta(vertices.ElementAt(i).adjacencias, V\_a1);

vertices.ElementAt(i).adjacencias.RemoveAt(j);

}

}

//Validar se o Grafo é completo

public bool completo()

{

foreach (vertice v in vertices)

if (v.adjacencias.Count < (numVertices - 1))

return (false);

return (true);

}

//Validar se o Grafo é completamente desconexo

public bool totalmenteDesconexo()

{

foreach (vertice v in vertices)

if (v.adjacencias.Count != 0)

return (false);

return (true);

}

//Validar se o Grafo existe

public bool vazio()

{

return (numVertices == 0);

}

public void ReiniciarGrafo()

{

vertices.Clear();

numVertices = 0;

}

}

}

### – Algoritmo de Djikstra

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.IO;

namespace Grafo\_2022\_2

{

public class Algoritmo\_1

{

//tentativa de fazer uma validação de Dijkstra

//ref: https://www.revista-programar.info/artigos/algoritmo-de-dijkstra/

public void A\_dijkstra(Grafo G, string Id\_Name1, string Id\_Name2)

{

List<vertice> caminhoAtual = new List<vertice>(), caminho = new List<vertice>();

/\*vertice verticedestino = new vertice();

vertice verticeatual = new vertice();\*/

vertice atual;

//setando os vertices de acordo com seu tipo

foreach (vertice v in G.vertices)

{

if (v.Id\_Vertice == G.existeVertice(Id\_Name1).Id\_Vertice)

{

v.permanente = true;

v.rotulo = 0;

atual = v;

caminhoAtual.Add(v);

}

else

{

v.permanente = false;

v.rotulo = int.MaxValue;

}

}

foreach (vertice v in G.vertices)

{

rotular(v,G);

}

foreach (vertice v in G.vertices)

{

if (v.Id\_Vertice == G.existeVertice(Id\_Name2).Id\_Vertice)

{

Console.WriteLine("id da origem: {0}\nrotulo da origem: {1}", v.Id\_Vertice, v.rotulo);

}

else if (v.Id\_Vertice == G.existeVertice(Id\_Name2).Id\_Vertice)

{

Console.WriteLine("d do destino: {0}\nrotulo do destino: {1}", v.Id\_Vertice, v.rotulo);

}

}

}

//atribuir o menor caminho entre vertices

public void rotular(vertice v, Grafo G)

{

foreach (vertice comparador in G.vertices)

{

foreach (vertice.aresta a in v.adjacencias)

{

if (G.adjacentes(a.Id\_Destino, v.Id\_Vertice))

{

if (a.Peso\_Distancia < v.rotulo)

{

v.rotulo = a.Peso\_Distancia;

}

}

}

}

v.permanente = true;

}

}

}

### – Algoritmo Colorir Grafo

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.IO;

namespace Grafo\_2022\_2

{

class Colorir\_Grafo

{

/\*tentativa de colorir o grafo - referenciado código usando C++: https://acervolima.com/minimize-o-custo-para-colorir-todos-os-vertices-de-um-grafico-nao-direcionado-usando-determinada-operacao/ - ideia baseada naquela parada do slide Grafo Adjunto (ou Grafo de Linha) do slide (22-Coloração - Guloso - Welsh-Powell.pptx)\*/

//iria tentar fazer uma inteface no visual basic para tentar fazer alguma coisa com cores hexadecimais, mas não deu certo e ai so atribui numero

//iria tentar usar: https://www.macoratti.net/18/10/c\_hexacor1.htm - para validar de acordo com a numeração de hexadecimal

public void colorirGrafo(Grafo G)

{

//vetor/lista de vertices

int[] cores = new int[G.vertices.Count];

List<vertice> adjacentes;

int aux = 0;

int opc;

//vai "colorir" com números

for (int i = 0; i < cores.Length; i++)

{

cores[i] = i + 1;

}

Console.WriteLine("Digite a opção de coloração: \n- Pior solução = 1\n- Guloso = 2");

opc = int.Parse(Console.ReadLine());

switch (opc)

{

//colore todos os vertices de uma cor

case 1:

foreach (vertice v in G.vertices)

{

v.Id\_Cor = cores[aux];

aux++;

}

break;

//algoritmo guloso, atribui em sequencia as cores verificando apenas se ela não está sendo utilizada por um adjacente

case 2:

G.vertices[0].Id\_Cor = cores[0];

for (int j = 1; j < G.vertices.Count; j++)//para cada vertice

{

adjacentes = new List<vertice>();

foreach (vertice.aresta a in G.vertices[j].adjacencias)//para cada adjacente ao vertice j

{

for (int k = 0; k < G.vertices.Count; k++)//para cada vertice na lista de vertices

{

if (a.Id\_Destino == G.vertices[k].Id\_Vertice)//verifica se o vertice na lista é adj ao vertice j

{

adjacentes.Add(G.vertices[k]); //adiciona a lista os vertices adj ao j

}

}

}

Console.WriteLine("vertice {0} tem {1} adjacentes", G.vertices[j].Id\_Peso, adjacentes.Count);

for (int i = 0; i < cores.Length; i++)//para cada cor

{

if (G.vertices[j].Id\_Cor == 0)

{

int contador = 0;

for (int k = 0; k < adjacentes.Count; k++)//para cada adjacente de j

{

if (adjacentes[k].Id\_Cor != cores[i])//se a cor não esta sendo utilizada por um adjacente

{

contador++;

}

}

if (contador == adjacentes.Count)//se a cor não está sendo utilizada por nenhum dos adjacentes

{

Console.WriteLine("colorindo {0} de {1}", G.vertices[j].Id\_Peso, cores[i]);

G.vertices[j].Id\_Cor = cores[i];//colore o vertice com aquela cor;

}

}

}

}

break;

}

}

}

}

### – Algoritmo NAIVE / TARJAN

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.IO;

using System.Collections;

namespace Grafo\_2022\_2

{

class NAIVE : Grafo

/\*

ref: https://codeforces.com/blog/entry/71146?f0a28=2

c++ code:

int dfsAP(int u, int p) {

int children = 0;

low[u] = disc[u] = ++Time;

for (int & v : adj[u]) {

if (v == p) continue; // we don't want to go back through the same path.

// if we go back is because we found another way back

if (!disc[v]) { // if V has not been discovered before

children++;

dfsAP(v, u); // recursive DFS call

if (disc[u] <= low[v]) // condition #1

ap[u] = 1;

low[u] = min(low[u], low[v]); // low[v] might be an ancestor of u

} else // if v was already discovered means that we found an ancestor

low[u] = min(low[u], disc[v]); // finds the ancestor with the least discovery time

}

return children;

}

void AP() {

ap = low = disc = vector<int>(adj.size());

Time = 0;

for (int u = 0; u < adj.size(); u++)

if (!disc[u])

ap[u] = dfsAP(u, u) > 1; // condition #2

}

\*/

//validar se o grafo é completo

//https://en.wikipedia.org/wiki/Tarjan%27s\_strongly\_connected\_components\_algorithm

{

protected List<List<vertice>> CompAltConect;

protected Stack<vertice> Stackar;

private int APeso;

public List<List<vertice>> DetectaCiclo(List<vertice> nodes)

{

CompAltConect = new List<List<vertice>>();

foreach (vertice vAux in nodes)

{

if (vAux.Id\_Peso < 0 )

{

VerCompAltConect(vAux);

}

}

return CompAltConect;

}

private void VerCompAltConect(vertice v)

{

v.Id\_Peso = APeso;

v.rotulo = APeso;

APeso++;

Stackar.Push(v);

foreach (vertice.aresta A\_Aux in v.adjacencias)

{

A\_Aux.Peso\_Distancia = APeso;

}

APeso++;

Stackar.Push(v);

foreach (vertice.aresta vAux in v.adjacencias)

{

if (vAux.Peso\_Distancia < 0)

{

VerCompAltConect(v);

v.rotulo = Math.Min(v.Id\_Peso, vAux.Peso\_Distancia);

}

else if (Stackar.Contains(v))

{

v.Id\_Peso = Math.Min(v.Id\_Peso, vAux.Peso\_Distancia);

}

}

if (v.Id\_Peso == v.rotulo)

{

List<vertice> cycle = new List<vertice>();

vertice w;

do

{

w = Stackar.Pop();

cycle.Add(w);

} while (v != w);

CompAltConect.Add(cycle);

}

}

}

}

### – Algoritmo Salva Grafo .csv / Metodologia StreamWriter

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.IO;

using System.Collections;

namespace Grafo\_2022\_2

{

class SalvaGrafo : Grafo

{

//Salvar todo o grafo gerado - ref: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/linq/how-to-compute-column-values-in-a-csv-text-file-linq / https://www.youtube.com/watch?v=Jxf9Klwdefc

//tentativa com o modelo HERO

/\*

public class Hero

{

public Hero(string name, string phone, DateTime birthDate)

{

Name = name;

Phone = phone;

BirthDate = birthDate;

}

public string Name { get; set; }

public string Phone { get; set; }

public DateTime BirthDate { get; set; }

public static implicit operator string(Hero hero)

=> $"{hero.Name},{hero.Phone},{hero.BirthDate.ToString("yyyy-MM-dd")}";

public static implicit operator Hero(string line)

{

var data = line.Split(",");

return new Hero(

data[0],

data[1],

data[2].ToDateTime());

}

}

\*/

public string IdVertice { get; set; }

public int PesoVertice { get; set; }

public int CorVertice { get; set; }

public string AdjacenciaVertice { get; set; }

public string VerticeDestino { get; set; }

public int PesoDestino { get; set; }

//um operador para transformar o vertice em uma string - deveria ao menos

public static implicit operator string(SalvaGrafo salva)

=> $"{salva.IdVertice},{salva.PesoVertice},{salva.CorVertice},{salva.AdjacenciaVertice},{salva.VerticeDestino},{salva.PesoVertice}";

public void SalvarGrafo(Grafo \_grafo)

{

//criar uma pasta no c:

string Pasta\_Grafo = @"C:\Grafo\_Heron\_2022\dados/";

if (!Directory.Exists(Pasta\_Grafo))

Directory.CreateDirectory(Pasta\_Grafo);

//roda a lista de vertices

/\* foreach (var V\_aux in \_grafo.vertices)

{

Console.WriteLine(V\_aux);

}\*/

//transformar os vertices para string

//gera a data para ser gravada em linhas

//pega a informação (objeto) a ser tranformada

//pega a lista de \_grafo.vertice e transforma suas informações

//após selecionar pega o objeto e tranforma para string

//IEnumerable<Grafo> data = \_grafo.vertices.Any(x => (string) x.ToString());

// string data = strings.

//File.WriteAllTextAsync(Path.Combine(Pasta\_Grafo, "Grafo.csv", data.ToString());

//criar uma pasta no c:

//string Pasta\_Grafo = @"C:\Grafo\_Heron\_2022\dados/";

if (!Directory.Exists(Pasta\_Grafo))

Directory.CreateDirectory(Pasta\_Grafo);

//string[] teste = File.ReadAllLines(Path.Combine(Pasta\_Grafo, "Grafo.csv"));

//gerar o arquivo CSV na pasta grafo em C:

using StreamWriter Salvar\_Grafo\_Gerado = new StreamWriter(Path.Combine(Pasta\_Grafo, "Grafo.csv"));

//using StreamWriter Salvar\_Grafo\_Gerado2 = new StreamWriter((@"C:\Grafo\_Heron\_2022dados//Grafo.txt"), true, Encoding.ASCII);

//salvar as informações do objeto vertice

foreach (vertice v in vertices)

{

Salvar\_Grafo\_Gerado.Write("Teste id vertice: ", v.Id\_Vertice);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste peso vertice: ", v.Id\_Peso);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste cor vertice: ", v.Id\_Cor); //csv

foreach (vertice.aresta A\_Aux in v.adjacencias)

{

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste id vertice destino: ", A\_Aux.Id\_Destino);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste peso vertice destino: ", A\_Aux.Peso\_Distancia);

}

// Salvar\_Grafo\_Gerado2.Equals(v); //txt

// Salvar\_Grafo\_Gerado.Close();

//salva as informações de arestas

}

Console.WriteLine("Arquivo Salvo");

Console.WriteLine("Aperte qualquer tecla para continuar");

Console.ReadKey();

}

}

}

### – Algoritmo salva grafo .csv / metodologia HERO

//gerar o grafo em si e suas operações

namespace Grafo\_2022\_2

{

public class TESTEsSalvar

{

/\*

//criar uma pasta no c:

string Pasta\_Grafo = @"C:\Grafo\_Heron\_2022\dados/";

if (!Directory.Exists(Pasta\_Grafo))

Directory.CreateDirectory(Pasta\_Grafo);

//string[] teste = File.ReadAllLines(Path.Combine(Pasta\_Grafo, "Grafo.csv"));

//gerar o arquivo CSV na pasta grafo em C:

using StreamWriter Salvar\_Grafo\_Gerado = new StreamWriter(Path.Combine(Pasta\_Grafo, "Grafo.csv"));

//using StreamWriter Salvar\_Grafo\_Gerado2 = new StreamWriter((@"C:\Grafo\_Heron\_2022dados//Grafo.txt"), true, Encoding.ASCII);

//salvar as informações do objeto vertice

foreach (vertice v in vertices)

{

Salvar\_Grafo\_Gerado.Write("Teste id vertice: ", v.Id\_Vertice);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste peso vertice: ", v.Id\_Peso);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste cor vertice: ", v.Id\_Cor); //csv

foreach (vertice.aresta A\_Aux in v.adjacencias)

{

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste id vertice destino: ", A\_Aux.Id\_Destino);

Salvar\_Grafo\_Gerado.WriteLine("Teste peso vertice destino: ", A\_Aux.Peso\_Distancia);

}

// Salvar\_Grafo\_Gerado2.Equals(v); //txt

// Salvar\_Grafo\_Gerado.Close();

//salva as informações de arestas

}

\*/

class Hero

{

public string IdVertice { get; set; }

public string PesoVertice { get; set; }

public string BirthDate { get; set; }

}

}

}

# - Projeto GitHub

Projeto aberto, com toda a documentação e códigos sem alterações assim como disposto neste documento.

Link: <https://github.com/meHeronS/Grafo_2022-2>

# - Referências

Júnior, Elemar. O algoritmo de Dijkstra! (Em C#). Disponivel em: <<https://tecnoblog.net/responde/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em: 11 de out. de 2022.

Tarjan's strongly connected components algorithm. Disponivel em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tarjan%27s_strongly_connected_components_algorithm>. Acesso em: 11 de nov. de 2022.

Microsoft .NET documentation. How to compute column values in a CSV text file (LINQ) (C#) . Disponilvel em: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/linq/how-to-compute-column-values-in-a-csv-text-file-linq>. Acesso em: 11 de nov. de 2022.

Baltieri, André. Gerar arquivos CSV no C# | por André Baltieri #balta. Disponivel em: < <https://www.youtube.com/watch?v=Jxf9Klwdefc>>. Acesso em: 7 de nov. de 2022.

Wikipedia. Matriz de adjacência. Disponivel em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_adjacência>. Acesso em: 19 de set. de 2022.

Wikipedia. Algoritmo de Dijkstra. Disponivel em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_Dijkstra>. Acesso em: 23 de out. de 2022.

Wikipedia. Caminho euleriano. Disponivel em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Caminho_euleriano>. Acesso em: 24 de out. de 2022.

Stack-Overflow. Eliminar ciclos em grafo removendo menos vértices. Disponivel em: < <https://pt.stackoverflow.com/questions/291257/eliminar-ciclos-em-grafo-removendo-menos-vértices>>. Acesso em: 12 de nov. de 2022.

USP. Estruturas de dados para grafos. Disponível em: < <https://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos_para_grafos/aulas/graphdatastructs.html#:~:text=A%20matriz%20de%20adjacências%20de,%5D%20%3D%200%20em%20caso%20contrário>.>. Acesso em: 12 de nov. de 2022.