



# Grafos

## Plano de Ensino

Prof. Leandro M. Zatesko  
2º semestre de 2015

## 1 Identificação

Curso Ciência da Computação

Turno/Fase Noturno/5ª

Componente curricular Grafos

Turma 11707

Créditos 4

Carga horária (em horas) 60

Carga horária (em horas-aula) 72

Professor Leandro Miranda Zatesko

Atendimento ao estudante*	
Local	Bloco dos professores, sala 220
Horário	Quintas-feiras, das 14:30 às 17:30

\*Outros horários poderão ser agendados através do fórum.

Horários dos encontros	
Segundas-feiras	das 21:00 às 22:40
Terças-feiras	das 19:10 às 20:50

Contato: leandro.zatesko@uffs.edu.br

## 2 Objetivo geral do Curso

O curso tem por objetivo a formação integral de novos cientistas e profissionais da computação, os quais deverão possuir conhecimentos técnicos e científicos e serem capazes de aplicar estes conhecimentos, de forma inovadora e transformadora, nas diferentes áreas de conhecimento da Computação. Adicionalmente, os egressos do curso deverão ser capazes de adaptar-se às constantes mudanças tecnológicas e sociais, e ter uma formação ao mesmo tempo cidadã, interdisciplinar e profissional.

## 3 Ementa

Grafos e grafos orientados. Representação de problemas com grafos. Caminhos, ciclos e caminho de custo mínimo. Conexidade e alcançabilidade. Árvores e árvore de custo mínimo. Coloração e planaridade de grafos. Grafos hamiltonianos e eulerianos. Fluxo máximo em redes. Estabilidade e emparelhamento em grafos. Problemas de cobertura e de travessia. Representações computacionais e complexidade de algoritmos em grafos.

## 4 Objetivos

### 4.1 Geral

Conhecer e aplicar a Teoria dos Grafos a diversas áreas do conhecimento humano, a partir de princípios teóricos e estudo de algoritmos clássicos da área.

## 4.2 Específicos

- Compreender os conceitos básicos em Teoria dos Grafos.
- Modelar problemas e situações diversas com grafos.
- Desenvolver a criatividade e as habilidades formais de demonstração através de exercícios sobre grafos e aplicações.
- Dominar os problemas e algoritmos em Teoria dos Grafos, seus fundamentos teóricos e sua importância para a Computação e outras disciplinas do Conhecimento.

## 5 Cronograma e conteúdos programáticos

Data	Programa
<b>Agosto</b>	
3	Atividade introdutória
4	Apresentação do Plano de Ensino
10	Conceitos básicos de Teoria dos Grafos
11	Conceitos básicos de Teoria dos Grafos
17	Introdução à Teoria Espectral dos Grafos e aplicações
18	Caminhos, ciclos, passeios, trilhas e conceitos correlatos
24	Algoritmos de buscas em grafos e algumas aplicações
25	<b>Dia do Município de Chapecó</b>
31	Algoritmos de buscas em grafos e algumas aplicações
<b>Setembro</b>	
1	1ª Avaliação Escrita
7	<b>Independência do Brasil</b>
8	1ª Minimaratona de Grafos da UFFS
14	Conexidade e conceitos correlatos
15	Árvores e florestas
21	Grafos bipartidos e multipartidos
22	Mais aplicações de buscas em grafos
28	Mais aplicações de buscas em grafos
29	Árvores geradoras mínimas
<b>Outubro</b>	
5	2ª Minimaratona de Grafos da UFFS
6	Trilhas, ciclos e grafos eulerianos
10*	Grafos dirigidos acíclicos Grafos dirigidos acíclicos
12	<b>Nossa Senhora Aparecida</b>
13	Caminhos mínimos
19	<b>DIVERSA e JUFFS</b>
20	<b>DIVERSA e JUFFS</b>
26	Caminhos mínimos
27	Caminhos mínimos
<b>Novembro</b>	
2	<b>Finados</b>

\* sábado, das 8:20 às 11:50 (4 horas-aula)

Data	Programa
<b>Novembro</b>	
3	2ª Avaliação Escrita
9	3ª Minimaratona de Grafos da UFFS
10	Fluxo em redes, emparelhamentos, casamentos, coberturas e cortes
16	Fluxo em redes, emparelhamentos, casamentos, coberturas e cortes
17	Fluxo em redes, emparelhamentos, casamentos, coberturas e cortes
23	Contrações, <i>minors</i> e grafos planares
24	Contrações, <i>minors</i> e grafos planares
30	4ª Minimaratona de Grafos da UFFS
<b>Dezembro</b>	
1	Cliques
7	Grafos perfeitos
8	Coloração
14	3ª Avaliação Escrita
15	5ª Minimaratona de Grafos da UFFS

## 6 Procedimentos metodológicos

### Encontros acadêmicos em laboratório

Todos os encontros acadêmicos ocorrerão em laboratório. O conteúdo será ministrado de modo expositivo-constructivista, explorando a participação dos estudantes no desenvolvimento dos pontos tanto teóricos quanto práticos. Utilizar-se-ão a lousa, o projetor e eventuais recursos didáticos complementares. O estudante também terá a oportunidade de desenvolver algumas atividades práticas em laboratório.

### Observância da frequência

A frequência do estudante nas aulas será observada através de uma chamada no início e de outra no término da aula. Para ser aprovado, o estudante precisa ter no mínimo 75% de frequência nos encontros presenciais, o equivalente a 54 horas-aula neste caso. Portanto, o estudante que tiver mais de 18 faltas estará automaticamente reprovado, sem direito a recuperação, independentemente de suas notas.

### Fórum

A página do curso no *Moodle* dispõe de um fórum, no qual o professor publicará eventuais avisos à turma e no qual os estudantes poderão postar dúvidas, organizar grupos de estudos, agendar horários de atendimento extra e debater sobre exercícios e quaisquer outros tópicos pertinentes.

### Listas de exercícios

Ao longo do semestre letivo, serão publicadas no *Moodle* diversas listas de exercícios, as quais deverão ser desenvolvidas em conjunto pela turma. As resoluções dos exercícios devem ser submetidas no fórum do *Moodle* para discussão. Os estudantes também poderão discutir os exercícios no horário de atendimento com o professor. O objetivo desta atividade é fomentar o espírito de trabalho em equipe e a organização de grupos de estudo. Recomenda-se fortemente que todos os estudantes estudem e sejam capazes de resolver todos os exercícios, pois *a resolução de todos os exercícios é o principal meio através do qual o estudante pode adquirir as habilidades necessárias para obter um bom desempenho nos instrumentos avaliativos*. Frisa-se que haverá pouco tempo nos encontros acadêmicos para o desenvolvimento das soluções dos exercícios, necessitando que os estudantes agendem seus grupos de estudo em horários extraclasse.

## 7 Avaliação do processo ensino–aprendizagem

Todas as notas descritas são consideradas no intervalo  $[0,0;10,0]$  com precisão de uma só casa decimal, valendo sempre o arredondamento para cima.

### Composição da nota final

A nota final é dada por:

$$NF = \frac{AE + M}{2}, \quad (1)$$

sendo:

- $AE$  a nota referente às Avaliações Escritas (cf. Equação 2);
- $M$  a nota referente às Minimaratonas de Grafos da UFFS (cf. Equação 3).

### Avaliações Escritas

A nota  $AE$  na Equação 1 é dada por:

$$AE = \frac{AE_1 + AE_2 + AE_3}{3}, \quad (2)$$

sendo, para cada  $i \in \{1, 2, 3\}$ :

- $AE_i = \left( \sum_{j=1}^{\#AE_i} \max\{Q_j^{(i)}, 0,4Q_j^{(i)} + 0,6Q_j^{(i)R}\} \right) / \#AE_i$ ;
- $\#AE_i$  o número de Questões na  $i$ -ésima Avaliação Escrita;
- $Q_j^{(i)}$  a nota referente à  $j$ -ésima Questão da  $i$ -ésima Avaliação Escrita;
- $Q_j^{(i)R}$  a nota referente à Recuperação da  $j$ -ésima Questão da  $i$ -ésima Avaliação Escrita (cf. Seção 7.1).

Todas as Avaliações Individuais ocorrerão em sala de aula na data prevista no Cronograma (Seção 5), iniciando sempre 10 minutos após o início do encontro. Nenhum material de qualquer tipo poderá ser consultado para o desenvolvimento das resoluções das Questões. Na ocasião, o estudante receberá um Caderno de Questões, um Caderno de Respostas e folhas de rascunho, devendo entregar ao professor apenas o Caderno de Respostas. Poderão ser usados lápis, caneta de tinta azul ou preta e borracha. O cabeçalho do Caderno de Questões conterá instruções mais detalhadas, as quais devem ser rigorosamente seguidas. Note-se que todas as Questões terão o mesmo peso na composição da nota.

### Minimaratonas de Grafos da UFFS

A nota  $M$  na Equação 1 é dada por:

$$M = \min\left\{10, \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5}{5}\right\}, \quad (3)$$

sendo, para cada  $i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ :

- $M_i = \max\{M'_i, 0,4M'_i + 0,6M_i^R\}$ ;
- $M'_i$  a nota referente à  $i$ -ésima Maratona de Grafos da UFFS;
- $M_i^R$  a nota referente à Recuperação da  $i$ -ésima Maratona de Grafos da UFFS (cf. Seção 7.1).

Todas as Minimaratonas de Grafos da UFFS ocorrerão em laboratório na data prevista no Cronograma (Seção 5), iniciando sempre 10 minutos após o início do encontro, contendo exatamente 3 Problemas e tendo a duração exata de 90 minutos. Nenhum material além do permitido poderá ser consultado para o desenvolvimento das soluções dos Problemas. A submissão das soluções dos Problemas deverá ser feita através do Portal *URI Online Judge*. O uso da Internet só será permitido para a leitura dos Problemas no Portal e a submissão das soluções. Qualquer aplicativo instalado no ambiente que não fizer uso da Internet também poderá ser usado. Cada submissão de solução para um Problema poderá ser aceita ou rejeitada. A nota de um estudante numa Minimaratona poderá ser 0,0, 5,0, 10,0 ou 15,0, dependendo se ele conseguir resolver 0, 1, 2 ou 3 Problemas.

As Minimaratonas de Grafos da UFFS ocorrerão nos moldes da Maratona de Programação da Sociedade Brasileira de Computação, com duas diferenças:

1. Enquanto que na Maratona da SBC os estudantes competem em times de 3 integrantes, nas Minimaratonas de Grafos da UFFS os estudantes deverão competir em times de *no máximo* 3 integrantes.
2. Na Maratona da SBC, os competidores podem consultar materiais impressos ou manuscritos. Nas Minimaratonas de Grafos da UFFS, cada estudante poderá levar uma mídia removível (*pendrive*, *CD* ou *DVD*) com seu material de consulta.

Toda Minimaratona estará sujeita ao seguinte regulamento:

- **Sobre a entrada**

1. A entrada do programa deve ser lida da *entrada padrão*.
2. A entrada é composta por um único caso de teste, descrito em um número de linhas que depende do problema.
3. Quando uma linha da entrada contém vários valores, estes são separados por um único espaço em branco; a entrada não contém nenhum outro espaço em branco.
4. Cada linha, incluindo a última, contém o caractere *final de linha*.
5. O final da entrada coincide com o final do arquivo.

- **Sobre a saída**

1. A saída do programa deve ser escrita na saída padrão.
2. Quando uma linha da saída contém vários valores, estes devem ser separados por único espaço em branco; a saída não deve conter nenhum outro espaço em branco.
3. Cada linha, incluindo a última, deve conter o caractere *final de linha*.

- **Sobre o código-fonte**

1. A solução pode ser escrita em C (gcc 4.8.2, -O2 -lm), C++ (g++ 4.8.2, -std=c++11 -O2 -lm), Java (OpenJDK 1.7.0\_75), Python 2.7.6 ou Python 3.4.0. Maiores informações podem ser encontradas na página de submissão de soluções do Portal *URI Online Judge*.

- **Sobre os pareceres de avaliação**

NO -- FILENAME MISMATCH O código submetido não foi nomeado apropriadamente.

NO -- COMPILATION ERROR Ocorreu algum erro de compilação.

NO -- TIME LIMIT EXCEEDED A execução do programa para algum caso de teste não parou dentro do limite de tempo esperado.

NO -- RUNTIME ERROR Ocorreu algum erro durante a execução do programa para algum caso de teste, como falha de segmentação ou exceção de ponto flutuante.

NO -- WRONG ANSWER A saída impressa pelo seu programa para algum caso de teste não confere com a saída esperada.

NO -- PRESENTATION ERROR A saída impressa pelo seu programa para algum caso de teste não confere com a saída esperada apenas na quantia de espaços em branco.

YES Seu código foi aceito e você faturou um balão! Parabéns!

## A penalidade por plágio ou fraude

Se for detectada a ocorrência de plágio ou fraude em qualquer instrumento de avaliação ou de recuperação, o estudante infrator terá a nota correspondente anulada, sem direito a recuperação. Se for julgado necessário, encaminhar-se-á uma denúncia à Coordenação do Curso para que medidas mais severas sejam tomadas.

### 7.1 Recuperação: novas oportunidades de aprendizagem e avaliação

O processo de recuperação será contínuo, contrapondo-se à política tradicional de um único e amedrontador Exame Final. Note-se que os instrumentos de recuperação sempre terão um peso de 60% no cálculo da nota, permitindo ao estudante conquistar a média para ser aprovado mesmo que não tenha obtido um bom desempenho nas primeiras instâncias dos mecanismos de avaliação. Deve-se perceber também que, caso o cálculo da média ponderada abaixe a nota do estudante, a nota referente à recuperação será desconsiderada. Com isso, encoraja-se que todos os estudantes submetam-se à recuperação, mesmo os com boas notas, a fim de aprimorar ainda mais seus conhecimentos.

### Recuperação das Avaliações Escritas

Após uma  $i$ -ésima Avaliação Escrita, o estudante terá o prazo de 168 horas para agendar com um Professor um horário extra-classe para apresentar oralmente as resoluções das mesmas Questões que figuraram na Avaliação Escrita. Na ocasião da apresentação, o estudante poderá utilizar apenas lousa branca, marcador de lousa e apagador, não sendo permitidas consultas de qualquer tipo. O estudante não precisará apresentar as resoluções de todas as Questões, apenas daquelas cujas notas deseja recuperar. A nota referente à Recuperação da  $j$ -ésima Questão da  $i$ -ésima Avaliação Escrita é denotada por  $Q_j^{(i)R}$  na Equação 2.

### Recuperação das Minimaratonas de Grafos da UFFS

Embora o número de Problemas por Minimaratona seja 3, com apenas 2 Problemas resolvidos o estudante já consegue a nota 10, podendo aproveitar o excedente nas outras Minimaratonas, conforme a Equação 3 esclarece. Ainda, cada Minimaratona também servirá para recuperar a Minimaratona anterior, assim como a primeira servirá para recuperar a última, de modo que vale que:

$$M_i^R = M'_{(i \bmod 5)+1} \quad (4)$$

## 8 Bibliografia

### 8.1 Bibliografia básica

1. CAMPELLO, R. E.; MACULAN, N.  
*Algoritmos e Heurísticas*.  
Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1994.
2. NICOLETTI, M. do C.; HRUSCHKA Jr. E. R.  
*Fundamentos da Teoria dos Grafos para Computação*.  
São Carlos: EduUFSCAR, 2006.
3. NETTO, P. O. B.  
*Grafos: Teoria, Modelos e Algoritmos*,  
4ª edição. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 2006.

### 8.2 Bibliografia complementar

1. WILSON, R. J.  
*Introduction to Graph Theory*.  
New York: Longman Inc., 1979.

2. HARAY, F.  
*Graph Theory*.  
Addison-Wesley, 1969.
3. CRISTOFIDES, N.  
*Graph Theory — An Algorithmic Approach*.  
New York: Academic Press, 1975.
4. GERSTING, J. L.  
*Fundamentos Matemáticos para a Ciência da Computação*.  
LTC — Livros Técnicos e Científicos, 1982.

### **Bibliografia sugerida**

1. DIESTEL, R.  
*Graph Theory*,  
4ª edição. Springer, 2010.
2. SEDGEWICK, R.; WAYNE, K.  
*Algorithms*,  
4ª edição. Pearson, 2011.  
Disponível em: <http://algs4.cs.princeton.edu/home/>
3. FEOFILOFF, P.; KOHAYAKAWA, Y.; WAKABAYASHI, Y.  
*Teoria dos Grafos: Uma introdução sucinta*.  
2011. Disponível apenas eletronicamente em: <http://www.ime.usp.br/~pf/teoriadosgrafos/>
4. HALIM, S.; HALIM, F.  
*Competitive Programming 3:  
The New Lower Bound of Programming Contests*,  
Lulu, 2013.

---

Prof. Leandro M. Zatesko

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Spohn  
Coordenador do Curso