

MO619 / MC948

[Top](#)

MO619 e MC948 - Geometria Computacional

[Up](#)


Prof. Pedro J. de Rezende

Primeiro Semestre de 2015

Links rápidos:

[Novidades](#) - [Docente](#) - [Aulas](#) - [Conteúdo](#) - [Avaliação](#) - [Trabalho Teórico](#) - [Monografia](#) - [Provas](#)
[Trabalho Prático](#) - [Critérios para Aprovação](#) - [Notas](#) - [Datas Importantes](#) - [Referências Bibliográficas](#) - [LaTeX](#)

Novidades Recentes

- **LEMBRE-SE DE FAZER RELOAD / REFRESH DESTA PÁGINA EM SEU BROWSER PARA ACESSAR SUA VERSÃO MAIS RECENTE.**
- Aqui serão colocados avisos importantes. Consulte esta página regularmente. 

Docente

- Prof. Pedro J. de Rezende
- Sala IC-29, <http://www.ic.unicamp.br/~rezende>, (19) 3521-5860, rezende@ic.unicamp.br

Aulas e Atendimento

- As aulas serão às terças-feiras e às quintas-feiras das 16h00-18h00 na sala IC-351.
- O professor estará disponível para atendimento às quintas-feiras de 18h00 às 19h00 na sala IC-29. (O atendimento se encerra assim que *não* houver alunos por 15 minutos consecutivos.)

Conteúdo (Esses tópicos, ou sua ordem, poderão ser alterados durante o semestre, conforme o andamento da disciplina)

O objetivo central desta disciplina é o de estudar soluções eficientes para vários problemas computacionais de natureza geométrica (veja, por exemplo, [Geometry Algorithms Overview](#)). Para isso, serão apresentadas técnicas de desenvolvimento e de análise de eficiência de algoritmos, e, em alguns casos, provas de otimalidade.

Embora esta lista de tópicos esteja sujeita a modificações/acréscimos ao longo do semestre, os principais tópicos que serão cobertos estão entre:

1. Pré-requisitos
 - a. Crescimento assintótico de funções (Graduação)
 - b. Complexidade computacional (Graduação)
 - c. Estruturas de dados (Graduação)
 - d. Algoritmos de ordenação (Graduação)
 - e. Algoritmos de busca (Graduação)
 - f. Geometria Analítica (Ensino Médio)
2. Modelos computacionais [dRS94 1.3-1.7] e [PS85 1.4, 5.2] [C96 8.1] (Aula 1)
3. Cotas inferiores e reducibilidade [dRS94 1.7] e [notas] e [exercícios] [C96 8.2, 8.3.1] (Aula 1 27/2) (Aula 2)
 - Convém ler também essas notas de Jeffe Erickson ([levemente corrigidas](#))
4. Problemas Geométricos Elementares [dRS94 3.1-3.2] (Aula 2)
5. Trabalhando com Polígonos [dRS94 3.3-3.5] (Aula 2) (Aula 3)
6. Problemas de Convexidade [dRS94 4.1-4.3.5] e [PS85 3.1-3.3.5, 4.1.2, 4.2.3] (Aula 4) (Aula 5)
7. Problemas de Consulta Geométrica (Localização de Pontos) [PS85 2.2 a 2.2.2.2] (Aula 6)
8. Problemas de Consulta Geométrica (Busca por Amplitude) [PS85 2.3-2.3.2] e [notas] (Aula 7)
 - Slides (de Subhash Suri) sobre esse tópico ([com anotações](#)), usados em classe.
9. Problemas de Proximidade [PS85 5.1-5.6, 6.1, 6.3.1, 6.4], [dBvKOS97 7.1-7.4]
 - Slides (de Subhash Suri) com introdução a [Diagramas de Voronoi](#), usados em classe.
 - Vários [softwares interessantes](#) sobre diagramas de Voronoi (em particular, [VoroGLide](#) e um applet interativo [do algoritmo de Steve Fortune](#)).
 - Leitura adicional (contém muito mais do que vimos em classe) sobre [Triangulações de Delaunay](#).
10. Triangulação [PS85 6.2, 6.2.2], [O'R93 1.2, 2.1-2.2] e [dBvKOS97 3.2-3.3]
 - Slides (de Subhash Suri) sobre [Triangulação](#), usados em classe.
11. Problemas de Intersecção [PS85 7.1-7.2], [dBvKOS97 2.1] (Aula ?)
 - Use esse [guia de estudo](#) na forma de perguntas que utilizamos em classe
 - Intersecção de Polígonos Convexos, Estrelados, Simples
 - Teste de Simplicidade
 - Intersecções de Segmentos (intervalos, segmentos horizontais, horizontais+verticais)

- Detecção e enumeração
 - Separabilidade de dois conjuntos de pontos
 - Separabilidade de dois polígonos convexos
 - Interseção de meios-planos
 - Planaridade de um desenho de grafo
 - Interseção de circunferências
12. Problemas de Caminhos Mínimos [O'R93 8.1-8.2] e [dBvKOS97 15.1-15.2] (Aula ?)
 - Grafos de visibilidade e suas aplicações a determinação de caminhos mínimos.
 - Caminhos mínimos no interior de polígonos simples.
 - Caminhos mínimos na presença de obstáculos poligonais. [Omitiremos este tópico.]
 - Métricas não euclidianas. [Podem ignorar esse tópico pois ainda não encontrei uma boa referência.]
 13. Arranjos de retas [O'R93 6.1-6.3, 6.5]* e [dBvKOS97 8.2-8.3]* [Este tópico poderá ser omitido.]
 - Arranjos de retas no plano.
 - Dualidade e aplicações (incl. grafo de visibilidade).
 14. Separabilidade [O'R93 8.7]
 - Separabilidade de segmentos de retas, polígonos convexos, NP-dificuldade do problema geral. (Slides [usados em classe](#).)
 15. Problemas de Galeria de Arte [O'R87 pgs: 1-9 36-47, 116-123, 217-219, 228-231, 239-242]
 - Teorema de Fisk, NP-Completeness do problema da minimização. (Slides [usados em classe](#).)
 16. Problemas de Galeria de Arte
 - Algoritmo exato via cobertura de conjuntos: estratégias eficientes para instâncias grandes. (Slides [usados em classe](#) e o correspondente [artigo](#).)

Avaliação

Haverá um trabalho teórico e duas provas como parte da avaliação obrigatória desta disciplina. Além disso, os alunos que se sentirem inclinados a realizar um trabalho de implementação de algoritmos geométricos, devem procurar o professor (neste caso, quando completado, este contará positivamente no cômputo da nota semestral).

Trabalho Teórico

Cada estudante fará um trabalho teórico (TT) em profundidade a respeito de um tópico de natureza geométrica escolhido em comum acordo com o professor.

O tópico deverá corresponder ao estudo de um problema aberto (por exemplo, [desta lista](#)) ou tópico similar mediante concordância do professor, e deverá incluir:

- Leitura dos artigos de referências relevantes ao problema;
- Aprofundamento no estado da arte das tentativas de solução existentes na literatura.

Antes de fazer sua escolha, consulte a [relação dos tópicos](#) já escolhidos pelos seus colegas.

Uma monografia para o trabalho (de 6 a 10 páginas, preferencialmente em [LaTeX](#)) deverá ser entregue para avaliação e deverá conter:

1. uma clara descrição do problema;
2. uma exposição resumida do conteúdo das referências que foram lidas sobre o problema;
3. um sumário dos avanços já obtidos para a solução do problema (incluindo os casos particulares já solucionados);
4. uma conclusão sobre as dificuldades inerentes ao problema, segundo a sua ótica;
5. uma proposta de abordagem que você acredita que poderia trazer algum avanço à solução do problema.

Ao submeter sua monografia, envie por e-mail para rezende@ic.unicamp.br, um tgz ou zip de um diretório que contenha o PDF do seu trabalho e todos os arquivos fontes (em LaTeX) do trabalho.

Você pode e deve consultar livremente todo material impresso ou digitalmente disponível podendo incluir em sua monografia:

- citações interpretadas (e traduzidas) por você [devidamente referenciadas](#);
- citações *ipsis litteris* desde que [devidamente sinaladas com aspas e referenciadas](#);
- ilustrações obtidas de outras fontes desde que [devidamente referenciadas](#).

Para obter cópia dos artigos listados nas referências, você pode se beneficiar de vários repositórios de artigos disponíveis na WEB, incluindo (acesse de um IP da Unicamp): [Portal de Periódicos da Capes](#); [JSTOR](#); [ACM Digital Library](#); [IEEE Xplore](#); etc.

Com um zeloso cuidado em fazer suas citações corretamente, você evitará qualquer similitude imprópria e potencial libelo de plágio.

Como **sugestão de modelo** para sua monografia, consulte o formato de propostas de dissertação de mestrado da área de teoria da computação do IC. Embora tais propostas sejam usualmente muito mais longas que a monografia esperada aqui, seu formato freqüentemente contém todos os elementos esperados (1. a 5., acima).

Cada estudante fará uma apresentação oral (cuja duração deverá ser de 15 a 20 mins) para a classe e o

professor sobre seu trabalho. A ordem das apresentações será estabelecida em classe oportunamente.

A avaliação desse trabalho (monografia + apresentação) corresponderá a 0,4 da nota do semestre.

Relação dos tópicos já escolhidos

Os seguintes alunos já escolheram os tópicos para seus trabalhos:

| Aluno | Problema Aberto/Tema Escolhido |
|-------|--------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Provas

Haverá 2 provas (P1, P2) durante o semestre nas datas indicadas abaixo.

Os pesos serão 0,2 e 0,4 da nota do semestre, para a 1a. e a 2a. provas, respectivamente. As provas serão tomadas em classe durante horário de aula, constituindo-se em trabalho individual.

Não serão ministradas provas antecipadas nem de reposição. O não comparecimento à primeira prova, se justificado de modo considerado satisfatório *pelo professor*, será sanado pela substituição daquela nota pela da segunda prova, a qual é obrigatória.

Esta disciplina não prevê Exame final (tanto para MO619 quanto para MC948).

Aviso: Qualquer tentativa de cola ou fraude, detectada durante uma prova ou posteriormente, implicará nota zero naquela prova e na aplicação das sanções regimentais previstas.

Trabalho Prático

Os alunos que optarem por realizar um trabalho de implementação (TP) poderão contar com bibliotecas públicas disponíveis (por exemplo, [CGAL](#)). O grau de dificuldade do trabalho deverá ser tal que não tome mais de duas ou três semanas de dedicação parcial do aluno. Se houver interesse, podemos organizar um tutorial em classe sobre o uso de [CGAL](#), e sobre o framework de desenvolvimento de interfaces [Qt](#).

A nota desse trabalho (entre 0,0 e 1,0) será acrescida à média semestral do aluno.

Os seguintes alunos já escolheram os tópicos para seus trabalhos práticos:

| Aluno | Problema Escolhido para o Trabalho Prático |
|-------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Como as notas de P1, P2 e TT serão entre 0,0 e 10,0, a Média Semestral (MS) será, portanto, calculada pela expressão(*):

$$MS := (0.2 * P1 + 0.4 * P2 + 0.4 * TT) + TP$$

As Menções Finais (MF) para MO619 serão obtidas pelo seguinte mapeamento da Média Semestral, MS:
 $MS \geq 9,0 \Rightarrow MF:=A$, $MS \text{ entre } [7,5; 9,0) \Rightarrow MF:=B$, $MS \text{ entre } [6,0; 7,5) \Rightarrow MF:=C$, $MS \text{ entre } [0,0; 6,0) \Rightarrow MF:=D$.

(*) Observe que MS poderá totalizar 11,0.

A Tabela de Notas estará disponível aqui.

Datas importantes

| Dia | Evento | Local / Meio |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| 26/02 | Início das aulas | IC-351 |
| 07/04 | Definição do Tópico do Trabalho Teórico | Obtenha concordância do professor |
| 10/04 até as 24h00 | Entrega da Questão 1 da Prova 1 | Por e-mail (PDF e arquivos-fonte) |
| 23/04 | Prova 1 | IC-351 |
| | Entrega da Monografia do Trabalho | |

| | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 12/05 até as 24h00 | Teórico (Faremos o sorteio da ordem das apresentações.) | Por e-mail (PDF e arquivos-fonte) |
| 22/05 até as 24h00 | Entrega da Questão 1 da Prova 2 | Por e-mail (PDF e arquivos-fonte) |
| 02/06 | Prova 2 | IC-351 |
| 09/06, 11/06, 16/06 e 18/06 | Apresentações Oraís dos Trabalhos Teóricos | IC-351 |
| A ser anunciado | Entregas e demonstrações dos Trabalhos Práticos (se houver). Horário a ser agendado. | IC-351 |

Referências Bibliográficas

Vários livros dentre os seguintes estão disponíveis na Biblioteca do IMECC para referência bibliográfica. Não há um livro texto para esta disciplina, mas praticamente todo o material a ser visto pode ser encontrado num dos seguintes: [dRS94], [PS85], [dBvKOS97] e [O'R93]. À medida que cada tópico vá sendo coberto, o professor indicará qual referência melhor se aplica. Certos tópicos de geometria computacional poderão ser retirados de outros livros, especialmente: [O'R87], [Mul93], [Ede87], [Sto91], [Tou85] e [Kle89]. Para uma revisão de análise de algoritmos, recomenda-se: [Man89], [Sed83], [CLR90] e [AHU74]. Uma abordagem interessante para quando se precisar rever estruturas de dados é a do livro [SW].

- [AHU74] A. Aho, J. Hopcroft, and J. Ullman. The Design and Analysis of Computer Algorithms. Addison-Wesley, Reading, MA, 1974.
- [AL93] S. G. Akl and K. A. Lyons. Parallel Computational Geometry. Prentice-Hall, 1993.
- [CF91] P.C. Carvalho and L.H. Figueiredo. [Introdução à Geometria Computacional](#). 18o. Colóquio Brasileiro de Matemática. Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 1991.
- [C96] J. Chen, [Computational Geometry, Methods and Applications](#), 1996.
- [CLR90] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, and R. L. Rivest. Introduction to Algorithms. The MIT Press, Cambridge, Mass., 1990.
- [dBvKOS97] M. de Berg, M. van Kreveld, M. Overmars, and O. Schwarzkopf. Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer-Verlag, New York, 1997.
- [dRS94] P. J. de Rezende and J. Stolfi. [Fundamentos de Geometria Computacional](#). IX Escola de Computação. Universidade Federal de Pernambuco, 250 pp., 1994.
- [Ede87] H. Edelsbrunner. Algorithms in Combinatorial Geometry, volume 10 of EATCS Monographs on Theoretical Computer Science. Springer-Verlag, Heidelberg, West Germany, 1987.
- [GJ79] M. R. Garey and D. S. Johnson. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. W. H. Freeman, New York, NY, 1979.
- [Kle89] R. Klein. Concrete and Abstract Voronoi Diagrams, volume 400 of Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 1989.
- [Man89] U. Manber. Algorithms: A Creative Approach. Addison-Wesley, Reading, MA.
- [Mul93] K. Mulmuley. Computational Geometry: An Introduction Through Randomized Algorithms. Prentice Hall, New York, 1993.
- [O'R87] J. O'Rourke. [Art Gallery Theorems and Algorithms](#). Oxford University Press, 1987.
- [O'R93] J. O'Rourke. Computational Geometry in C. Cambridge University Press, 1993.
- [PS85] F. P. Preparata and M. I. Shamos. Computational Geometry. Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- [Sed83] R. Sedgewick. Algorithms. Addison-Wesley, Reading, MA, 1983.
- [Sto91] J. Stolfi. Oriented Projective Geometry: A Framework for Geometric Computations. Academic Press, 1991.
- [SW] D. F. Stubbs and N. W. Webre. Data Structures with Abstract Data Types and Pascal. Brooks/Cole.
- [Tou85] G. T. Toussaint, editor. Computational Geometry. North-Holland, Amsterdam, Netherlands, 1985.

Wikipedia tem também uma longa [lista de livros da área](#).

Conferências/Simpósios com artigos em Geometria Computacional

Muitos artigos que eventualmente aparecem em revistas especializadas (journals) têm versões preliminares publicadas em conferências ou simpósios da área e podem assim ser conhecidos meses (ou até anos) antes de sua publicação final. Outros artigos de grande relevância podem ser apresentados nesses eventos sem serem posteriormente submetidos a revistas. Como a UNICAMP tem acesso (via seus IPs institucionais) a vários sites de publicações eletrônicas (especialmente [ACM](#) e [IEEE](#)) muitos dos anais (proceedings) podem ser obtidos em PDF.

Consulte os links seguintes para uma relação muito completa de conferências dedicadas a (ou com trilhas em) geometria computacional:

- [Lista de conferências](#) de Erik Demaine.
- [Lista de eventos](#) de Joe Mitchell (inclui também conferências em áreas próximas).

Problemas Abertos em Geometria Computacional

Há várias possíveis fontes de problemas abertos em geometria computacional. As seguintes referências formam um bom ponto de partida:

- [The Open Problems Project de Demaine, Mitchell, O'Rourke](#). Os problemas também estão disponíveis num único arquivo: [Postscript](#) ou [PDF](#).
- [Problemas abertos de David Eppstein](#).
- [Problemas abertos de Jeff Erickson](#) (veja também os links dessa página).

Links úteis sobre Geometria Computacional

- Links para diversas [páginas sobre geometria computacional](#). [Se você encontrar outras (de equivalente grau de relevância) que não constam ali, me avise por e-mail: rezende@ic.unicamp.br.]
- Mais uma página com links para diversas [outras páginas sobre geometria computacional](#).
- Links para [software](#) de geometria computacional na Web.

Onde aprender a usar LaTeX

Existem vários livros, apostilas e tutoriais online sobre LaTeX. Em particular, recomendo:

- [Document Preparation with Latex](#), de Budgen & Nelson.
- [Getting Started with Latex](#), de Wilkins.
- [A Simplified Introduction to LaTeX](#), de Greenberg.
- [Em português] [A não tão pequena introdução ao LaTeX 2e](#), de Oetiker, Partl, Hyna & Schlegl.