
Prefácio

O desenvolvimento de algoritmos de aproximação e de provas de inaproximabilidade é uma das linhas de pesquisa que mais têm crescido na área de otimização combinatória e teoria da computação. O objetivo deste texto é apresentar sucintamente uma visão sistemática das técnicas utilizadas no projeto de algoritmos de aproximação e dar uma idéia dos limites intrínsecos da aproximabilidade.

Ainda que os tópicos cobertos neste texto possam ser encontrados em outros livros [Hoc97, MPS98, ACG⁺99, Vaz01], o presente texto se justifica pela escassez de material em língua portuguesa. Além disso, a seleção de tópicos e a profundidade com que certos assuntos foram tratados aqui são, para nosso conhecimento, inéditas.

Este texto é sucinto no sentido de que se limita a apresentar os algoritmos e suas análises, sem se alongar com comentários e exemplos. Mas cada capítulo contém notas bibliográficas e uma variedade de exercícios que complementam o texto. Esperamos que, apesar de sucinto, o livro tenha um caráter didático e seja útil tanto aos que procuram uma introdução à área quanto aos que queiram estudar esse fascinante tema mais profundamente.

O assunto tem muitos pré-requisitos (teoria dos grafos, programação linear, teoria das probabilidades, complexidade computacional), que procuramos cobrir compactamente em apêndices. Recomendamos que o leitor recorra aos apêndices somente na medida do necessário, com a ajuda do índice.

Os capítulos 1 e 2 apresentam as definições básicas, um histórico da área e os primeiros algoritmos de aproximação para alguns problemas clássicos de otimização combinatória. Isoladamente, esses dois capítulos formam uma introdução ao assunto.

Os capítulos de 3 a 5 apresentam os métodos baseados em programação linear. A seção 3.1 e o capítulo 4 tratam de algoritmos simples, cuja análise depende apenas de conceitos e resultados básicos de programação linear. Ao leitor que tenha conhecimento superficial no assunto, recomendamos a leitura do apêndice C. A seção 3.2 descreve um algoritmo não-trivial cuja análise é longa e elaborada, ainda que não envolva conceitos avançados. O capítulo 5 apresenta uma técnica elegante e sofisticada, derivada do método primal-dual de programação linear, que se apóia no conceito de folgas complementares.

O capítulo 6 discute algoritmos probabilísticos por meio de um exemplo simples mas instrutivo. Um dos algoritmos apresentados neste capítulo utiliza programação linear. Acreditamos que o conteúdo do capítulo seja acessível a qualquer leitor que conheça os conceitos de variável aleatória e esperança, e tenha noções básicas de programação linear.

No capítulo 7, sobre programação semidefinida, descrevemos uma técnica sofisticada e relativamente recente que tem sido aplicada com sucesso a diversos problemas. Este capítulo usa todas as ferramentas apresentadas nos capítulos anteriores: generaliza a técnica de relaxações lineares e usa um tipo de arredondamento probabilístico bem mais sofisticado que os vistos no capítulo 6. O capítulo requer maturidade e familiaridade com os vários conceitos envolvidos.

O capítulo 8 descreve a classificação geral de problemas de otimização do ponto de vista da aproximabilidade. Também discute a posição que os diversos problemas tratados no texto ocupam nesta classificação. Este capítulo pode ser lido à parte pelos interessados em teoria da computação.

Este livro pode ser adotado em disciplinas de final da graduação ou de pós-graduação. Alguns dos problemas no capítulo 2, e talvez uma ou duas demonstrações de inaproximabilidade do capítulo 8, podem ser usados como um tópico em uma disciplina de graduação de análise de algoritmos. As definições básicas e dois ou três exemplos devem ser suficientes para dar uma idéia dos objetivos da área. Uma disciplina dedicada exclusivamente a algoritmos de aproximação tem como pré-requisitos noções de teoria dos grafos, programação linear e teoria de complexidade de algoritmos. O conteúdo completo do livro é adequado para uma disciplina de pós-graduação com duração de um semestre. Na graduação, pode-se optar, dependendo da maturidade e interesse dos alunos, por não cobrir o material da seção 3.2 e do capítulo 7, e cobrir apenas parcialmente o capítulo 8. Uma versão preliminar do livro foi utilizada, durante o primeiro semestre de 2001, em uma disciplina de

graduação na UFRJ e em disciplinas de pós-graduação na USP e na UNICAMP.

O livro tem 11 autores, provenientes de cinco universidades espalhadas por três regiões do país: UFMS (1 autor), UFPE (1 autora), UFRJ (1 autora), UNICAMP (2 autores) e USP (6 autores). Todos participam do Projeto ProNEx/CNPq *Complexidade de Estruturas Discretas* (<http://www.ime.usp.br/~yoshi/pronex/>), coordenado por Yoshiharu Kohayakawa, e a elaboração do livro fez parte das atividades do Projeto. Quatro dos autores atuaram como editores, cuidando da coordenação e dos detalhes de edição. Com tantos envolvidos, é quase impossível chegar a um consenso sobre qualquer questão específica. Pode-se dizer que cada parágrafo do texto desagrade algum dos autores; esperamos, ao menos, que não desagrade a todos os leitores! Os autores reuniram-se algumas vezes para discutir o texto, mas boa parte da interação e da redação aconteceu via internet. Foi um período de trabalho coletivo intenso.

Manteremos em <http://www.ime.usp.br/dcc/livros/aprox/> uma errata do livro e um endereço eletrônico para onde podem ser enviadas as comunicações de erros, dúvidas e sugestões.

Este não é o primeiro texto em língua portuguesa sobre o assunto: Katia S. Guimarães, uma das autoras desse livro, apresentou um curso sobre o assunto [Gui98] na *XVII Jornada de Atualização em Informática*, em 1997. Aquele material serviu como versão inicial para duas seções do presente livro.

Agradecemos a Celina M. H. Figueiredo (UFRJ), Sulamita Klein (UFRJ) e Luerbio Faria (UERJ) pela sua contribuição com uma primeira versão da seção 2.3. Agradecemos aos alunos que leram e criticaram versões preliminares de alguns capítulos. Somos gratos também ao Projeto ProNEx/CNPq *Complexidade de Estruturas Discretas* (Proc. 664107/1997-4) pelo suporte financeiro para os encontros que se fizeram necessários. Em especial, agradecemos ao coordenador do projeto pelo incentivo e pela disposição em responder questões técnicas sobre algoritmos probabilísticos. Agradecemos também à Comissão Organizadora do 23º Colóquio Brasileiro de Matemática pela oportunidade.

Esperamos que os leitores se divirtam e aprendam tanto quanto os autores enquanto escreviam o livro!

Rio de Janeiro, São Paulo e Campinas, maio de 2001

M.R.C., P.F., C.G.F e F.K.M.
editores