ASPECTOS ESTRUTURAIS E ALGORÍTMICOS DE OBJETOS COMBINATÓRIOS (SUMÁRIO)

Y. KOHAYAKAWA

Resumo. Apresentamos aqui o sumário da nossa proposta de projeto temático de equipe *Aspectos estruturais e algorítmicos de objetos combinatórios* (Proc. FAPESP 96/04505–2). Lembramos que o objetivo central da pesquisa proposta é investigar aspectos estruturais de objetos combinatórios, dando especial ênfase a aspectos fundamentais de interesse intrínseco e a aspectos de relevância algorítmica.

Subtemas específicos de pesquisa: (*i*) propriedades assintóticas de estruturas combinatórias, investigadas através de métodos combinatórios e extra-combinatórios, como métodos probabilísticos, algébricos, e topológicos, (*ii*) propriedades estruturais de grafos, hipergrafos, e estruturas correlatas, (*iii*) métodos e problemas geométricos em combinatória, com especial ênfase em métodos poliédricos em otimização combinatória.

O que segue é a Seção 3 do nosso projeto temático *Aspectos estruturais e algorítmicos de objetos combinatórios*, Proc. FAPESP 96/04505–2.

3. Sumário do Projeto

3.1. **Equipe proponente.** A equipe proponente consiste dos seguintes membros do Departamento de Ciência da Computação do IME–USP:

1. *Arnaldo Mandel*, PhD, Waterloo, 1982, pesquisador CNPq nível 2A; especialidades: matróides, teoria de anéis
2. *Carlos E. Ferreira*, Dr. rer. nat., Tech. Uni., Berlim, 1994, pesq. CNPq 2C; métodos poliédricos em otimização combinatória
3. *José Augusto Ramos Soares*, PhD, Chicago, 1992, pesq. CNPq 2C; algoritmos combinatórios, problemas extremais, compressão de dados
4. *José Coelho de Pina Júnior*, Doctor, Amsterdã, 1995; algoritmos combinatórios
5. *Maria Angela de Campos Gurgel*, Doutora, USP, 1992; métodos poliédricos em otimização combinatória
6. *Paulo Feofiloff*, PhD, Waterloo, 1983; otimização combinatória, identidades min-max
7. *Yoshiharu Kohayakawa*, PhD, Cambridge, 1990, pesq. CNPq 2A, métodos probabilísticos, problemas extremais
8. *Yoshiko Wakabayashi*, Dr. rer. nat., Augusburg, 1986, pesq. CNPq 1C, métodos poliédricos e otimização combinatória em geral
9. *Cristina Gomes Fernandes*,[1] Mestre, USP; algoritmos *on-line* e algoritmos de aproximação

[1]Em afastamento para cumprir programa de doutoramento na *Georgia Tech* desde setembro de 1992. Adendo: doutorado concluído em 1997.

O grupo conta atualmente com 3 alunos de doutoramento, 9 alunos de mestrado e 10 alunos de iniciação científica.

3.1.1. *Colaboradores internacionais regulares.* A nossa equipe conta com a colaboração sólida e regular dos seguintes bem-conhecidos pesquisadores estrangeiros e de membros de seus grupos: B. Bollobás (Cambridge), M. Grötschel (TU Berlim e ZIB Berlim), T. Łuczak (Poznań, Polônia), H.-J. Prömel (Humboldt-Uni., Berlim), V. Rödl (Emory University, Atlanta).

A intensificação da colaboração internacional já mantida pelo grupo e o estabelecimento de laços científicos com outros grupos de pesquisa de ponta nas áreas de combinatória e de teoria da computação são, dentre outros, objetivos deste projeto.

3.1.2. *Página na Teia.* Mencionamos que o nosso grupo mantém uma página na *World Wide Web*, onde mais informações podem ser encontradas. Em particular, assim que este projeto estiver em andamento, a presente proposta de projeto, incluindo a bibliografia em estilo BibTEX, assim como os resultados alcançados estarão acessíveis em nossa página. O nosso endereço é

`http://www.ime.usp.br/~yoshi/index_combinatorics.html`

3.2. **Objetivo científico e subtemas específicos de pesquisa.** O objetivo central da pesquisa proposta neste projeto temático é investigar aspectos estruturais de objetos combinatórios. Os aspectos específicos a serem abordados serão aqueles motivados por (*i*) seu interesse intrínseco, visto como um tópico da matemática pura, e pela (*ii*) sua importância para o desenvolvimento de algoritmos eficientes para problemas computacionais combinatórios específicos ou para a identificação da complexidade computacional de tais problemas.

São os seguintes os principais subtemas a serem abordados neste projeto:

1. *Propriedades assintóticas de estruturas combinatórias, investigadas através de métodos combinatórios e extra-combinatórios, como métodos probabilísticos, algébricos, e topológicos.*
2. *Propriedades estruturais de grafos, hipergrafos, e estruturas correlatas.*
3. *Métodos e problemas geométricos em combinatória, com especial ênfase em métodos poliédricos em otimização combinatória.*

3.2.1. *Tópicos específicos.* Os seguintes tópicos específicos de pesquisa fornecem uma idéia mais concreta do escopo e do espectro de nossos interesses científicos:

1. Problemas numéricos em teoria de Ramsey
2. Teoria de Ramsey geométrica
3. Resultados do tipo anti-Ramsey
4. Problemas extremais tipo Turán para grafos aleatórios
5. Conjuntos estáveis em grafos livres de K^s e $R(s,t)$
6. 'Spanners' em grafos
7. Enumeração de grafos com subgrafos proibidos
8. Objetos pseudo-aleatórios e suas aplicações
9. Métodos algébricos e topológicos
10. Bases de Hilbert: uma versão inteira do teorema de Carathéodory
11. Sistemas de demonstrações em teoria da computação
12. Compressão de dados
13. Medianas de partições
14. Problemas de empacotamento tridimensional

15. Caminhos e circuitos em grafos
16. Fatores e empacotamentos em grafos
17. Investigação poliédrica de problemas combinatórios

A lista acima não pretende ser exaustiva; ela é apenas uma amostra selecionada para dar maior objetividade à nossa discussão.

3.3. **Resultados concretos.** Como conseqüência das nossas atividades de pesquisa dentro deste projeto, objetivamos ter, como frutos concretos:

1. publicações em periódicos internacionais de primeira linha, em número superior ao conseguido pela equipe proponente nos últimos quatro anos, com sensível aumento no número de trabalhos conjuntos entre os membros da equipe;
2. atividade de intercâmbio nacional e internacional de mesma ou maior intensidade que a mantida pelo grupo atualmente;
3. atração de pós-doutorandos da oferta internacional;
4. formação de um grupo maior de alunos de doutoramento, mestrado e de iniciação científica.

Um reflexo deste projeto temático que contribuirá sobremaneira às nossas atividades de pesquisa é a conseqüente *agilização* do processamento de nossos pedidos complementares junto à FAPESP. O reconhecimento da nossa equipe como um grupo de pesquisa pela FAPESP também nos dará uma identidade que será útil perante os vários órgãos da universidade, e facilitará nossas atividades de pesquisa.

Esperamos um aumento da nossa produção científica como conseqüência deste projeto devido, entre outros fatores, à pressão natural que ele exercerá sobre o grupo, especialmente no sentido de exigir uma maior colaboração entre os seus membros. Visamos aqui às colaborações mais profundas que as atuais que, em particular, resultem em um maior número de publicações conjuntas.

Mencionamos que o nosso grupo já teve contatos com os seguintes pesquisadores e membros de seus grupos, em níveis variados, e que gostaríamos de estreitar nossos laços de colaboração com eles durante a vigência deste projeto: N. Alon (Tel Aviv), L. Babai (Chicago e Budapest), R. Bixby (Rice), A. Frieze (Carnegie Mellon), R.L. Graham (Bell Labs), H. Karloff (Atlanta), H. Lefmann (Dortmund), C. McDiarmid (Oxford), J. Nešetřil (Praga), J.H. Spencer (Nova York), E. Szemerédi (Rutgers e Budapest), A. Wigderson (Jerusalém), e L.A. Wolsey (CORE).

Para um aproveitamento pleno da eventual visita dos pesquisadores acima pela comunidade brasileira de pesquisadores em combinatória e em teoria da computação, prevemos a organização de *Semanas de Combinatória*, nos moldes das semanas que a nossa equipe organizou na ocasião da visita de B. Bollobás em 1992 e de P. Erdős em 1994. Prevemos a organização de duas a quatro tais *Semanas* durante a vigência deste projeto.

Pretendemos manter pelo menos uma posição de pós-doutor durante toda a vigência do projeto, cada pós-doutor permanecendo nesta posição por no máximo dois anos. Os pós-doutores serão selecionados da oferta internacional. A abertura desta posição será anunciada de forma ampla e o processo de seleção será baseado essencialmente na produção científica do candidato e no seu potencial de colaboração com os membros desta equipe.

3.3.1. *Processo de acompanhamento.* Tendo em vista que visamos obter os resultados mensuráveis (1)–(4) acima, os relatórios anuais exigidos pela FAPESP serão uma forma efetiva de acompanhamento do projeto.

3.4. **Contexto e escopo da pesquisa proposta.** A pesquisa proposta dentro deste projeto temático concentra-se em alguns aspectos específicos da matemática discreta. Aqui delimitamos o escopo dos nossos principais interesses de pesquisa.

Uma fotografia bastante fiel do estado-da-arte da combinatória pode ser encontrada no *Handbook of Combinatorics*, editado por R.L. Graham, M. Grötschel, e L. Lovász (North-Holland, 1995). Os problemas específicos contidos no nosso projeto de pesquisa pertencem, em sua grande maioria,[2] às subáreas discutidas nos seguintes capítulos do *Handbook*: Combinatorial Optimization (M. Grötschel e L. Lovász),[3] Combinatorics in Computer Science (L. Lovász, D.B. Shmoys, and É. Tardos), Computational Complexity (D.B. Shmoys and É. Tardos), Extremal Graph Theory (B. Bollobás), Polyhedral Combinatorics (A. Schrijver), Probabilistic Methods (J. Spencer), Ramsey Theory (J. Nešetřil) e Random Graphs (M. Karoński).

Uma seleção de periódicos especializados de maior destaque que mais publicam trabalhos nas áreas de interesse deste projeto são os seguintes:

Algorithmica
Combinatorica
Combinatorics, Probability and Computing
Discrete Applied Mathematics
Discrete Mathematics
Discrete Mathematics and Applications (Tradução de *Diskretnaja Matematika*)
Discrete and Computational Geometry
European J. Combinatorics
Graphs and Combinatorics
Journal of Algorithms
J. Combinatorial Theory, Séries A e B
J. Graph Theory
Mathematical Programming
Random Structures and Algorithms
SIAM Journal on Computing
SIAM Journal on Discrete Mathematics
SIAM Journal on Optimization

Cada um dos periódicos acima são publicados por uma das seguintes editoras: Academic Press, Cambridge University Press, North-Holland, SIAM, Springer-Verlag, VSP (Utrecht), Wiley.

Naturalmente, periódicos de matemática e de ciência da computação sem área específica de concentração, como *J. Amer. Math. Soc.*, *Trans. Amer. Math. Soc.*, *Israel J. Mathematics*, *Comm. ACM*, *J. ACM*, *Theoretical Computer Science*, *etc*, publicam trabalhos de nosso interesse. As conferências de maior destaque na área são o *IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, *ACM Symposium on Theory of Computing*, *ACM–SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, e *International Symposium on Mathematical Programming*.

3.5. **Financiamento e benefícios pleiteados.** Este projeto prevê os seguintes investimentos.

3.5.1. *Material permanente.* A nossa equipe pretende comprar equipamento computacional, principalmente para complementar a infra-estrutura já existente no departamento. O departamento tem uma rede com um servidor potente, uma SPARC 1000, atualmente com 4 CPUs e 702 MBytes de memória. Através deste

[2] Veja §4 desta proposta.
[3] Listamos aqui os nomes dos capítulos e seus autores.

projeto pretendemos adquirir X-terminais para os membros da equipe. Planejamos também adquirir um microcomputador portátil e estender uma licença do *software* CPLEX, que já possuímos, para permitir um maior número de acessos simultâneos. O valor total pleiteado é de aproximadamente R$ 55.000,00.

3.5.2. *Pedidos complementares.* De grande importância para o nosso grupo de pesquisa será também a conseqüente agilização do processamento de pedidos complementares junto à FAPESP. Estes pedidos serão essenciais ao bom andamento do projeto.

Prevemos basicamente auxílios a viagens de curta duração para o exterior e de visitantes do exterior ao país, bolsas de pós-doutoramento no país para atrair pesquisadores da oferta internacional, bolsas de doutoramento, mestrado e iniciação científica, e auxílios à organização de eventos.

3.5.3. *Reserva técnica.* Pleiteamos também a alocação da reserva técnica para este projeto.