

**Novos algoritmos para sistemas de produção, localização e transportes - 2**  
**Sigla: NASPLOT2**

## CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

### Dados do Projeto e do Proponente

<b>Sigla:</b>	
<b>Título do Projeto:</b>	
<b>Referência do Edital:</b>	<b>Edital Universal 01/2002</b>
<b>Linha(s) de atuação em que se insere o projeto (*):</b>	( X ) Pesquisa; ( ) Desenvolvimento tecnológico e inovação; ( ) Projetos de demonstração e aplicações; ( ) Tecnologias-chave ( ) Protótipos; ( ) Serviços; ( ) Capacitação científica e tecnológica ( ) Estudos prospectivos
<b>Coordenador do Projeto:</b>	Luiz Antonio Nogueira Lorena
<b>Instituição Executora:</b>	INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>Data:</b>	20/02/2003

**Palavras Chave:** **Problemas de localização**

**Otimização Combinatória**

**Problemas de roteamento**

Problemas de Clustering e Scheduling

Relaxação Lagrangeana/surrogate e geração de colunas

Algoritmos genéticos construtivos e de treinamento populacional

### Faixa de Submissão da Proposta

<b>A</b>	( X )	Até R\$20.000,00
<b>B</b>	( )	De R\$20.001,00 a R\$50.000,00
<b>C</b>	( )	De R\$50.001,00 a R\$100.000,00

(\*) Indicar a predominância da temática da proposta, utilizando-se de uma escala de um a sete. Exemplificando: caso uma proposta se apresente concentrada em três itens, estes receberiam pesos 7, 6 e 5, respectivamente, de acordo com sua ordem de domínio decrescente.

## 1. Caracterização e Justificativa (máximo de 1 página)

Descrever objetivamente, com fundamentação teórica, o problema focalizado, sua relevância e originalidade no contexto da área inserida e sua importância específica para o avanço do conhecimento.

O presente projeto, denominado NASPLOT2 – Novos Algoritmos para Sistemas de Produção, Localização e Transportes - 2, tem como objetivo complementar as pesquisas do projeto ALESPLIT – Algoritmos Eficientes para Sistemas de Produção, Localização e Transportes, iniciado em março de 2001 (CNPq, área de Engenharia de Produção/Pesquisa Operacional, processo # 300837/89-5) e continuar os desenvolvimentos alcançados no NASPLOT (processo # 472310/01-1).

O objetivo principal do NASPLOT2 será o de continuar a pesquisa e desenvolvimento de algoritmos eficientes para problemas de Otimização Combinatória que ocorrem em Sistemas de Produção e em Alocação/Localização de facilidades e Roteamento de veículos. Outros objetivos estão na continuação da formação de recursos humanos e de pesquisa e desenvolvimento, e na colaboração com outros colegas pesquisadores em projetos temáticos de equipe.

Problemas de Otimização Combinatória aparecem quando temos que selecionar de um conjunto discreto e finito de dados o melhor subconjunto que satisfaz a determinados critérios. Um fato que tem motivado os estudos na área é a dificuldade de solução da maioria dos problemas de Otimização Combinatória. Até o momento não se conhecem abordagens eficientes, em tempo de processamento e/ou memória, de solução geral para esses problemas.

Nos sistemas de produção e em ambientes urbanos ocorrem diversos problemas de natureza combinatória, que devem ser resolvidos de maneira otimizada. Entre estes se destacam os problemas de formação de grupos ou agrupamentos e os de permutação ou escalonamento. Os problemas de agrupamento aparecem geralmente na classificação de dados para determinados propósitos, tais como sua armazenagem e recuperação de modo eficiente. Qualquer algoritmo de agrupamento tenta determinar grupos que ocorrem nos dados por alguma característica determinante. São usadas medidas de distâncias e/ou similaridades. Os problemas de permutação ocorrem quando se procura a melhor ordem numa seqüência de tarefas para aumentar a eficiência de processos. Recursos podem ser requeridos para a execução das tarefas, bem como prioridades e disponibilidades na execução (entre outras condições).

São vários os problemas importantes que podem ser classificados como de agrupamento e permutação e que surgem em sistemas de produção e transportes. Entre eles, os seguintes têm sido estudados e novos algoritmos foram e estão sendo propostos:

Formação de células de manufatura, coloração de grafos, bin-packing, problemas de cortes e empacotamento, carregamento de palletes, layout de facilidades, p-mediana, p-mediana capacitado, localização capacitado e não-capacitado, máxima cobertura, cobertura de conjuntos, rotulação de mapas, problema generalizado de atribuição, roteamento de veículos com janelas de tempo, problema de sequenciamento de padrões de corte, problema de minimização de trilhas no layout de VLSI, problema do caixeiro viajante, problema de programação de horários para empregados, problemas de flow-shop permutacional, e outros.

## **2. Objetivos e Metas (máximo de 1 página)**

---

Explicitar os objetivos e metas a serem desenvolvidas no projeto.

### **Objetivos:**

O objetivo principal do *NASPLOT2* será o de continuar a pesquisa e desenvolvimento de algoritmos eficientes para problemas de Otimização Combinatória que ocorrem em Sistemas de Produção e em Alocação/Localização de facilidades e Roteamento de veículos. Outros objetivos estão na continuação da formação de recursos humanos e de pesquisa e desenvolvimento, e na colaboração com outros colegas pesquisadores em projetos temáticos de equipe.

### **Metas:**

Publicação em revistas indexadas: 7  
Teses de doutorado: 2  
Dissertações de mestrado: 2  
Divulgação dos trabalhos em congressos: 10  
Coordenação/participação em projetos temáticos: 1

### 3. Metodologia e Estratégia de Ação (máximo de 1 página)

---

Descrever a metodologia empregada para a execução do projeto e como os objetivos serão alcançados.

Os novos algoritmos continuarão a ser desenvolvidos em duas frentes: Uso combinado das relaxações Lagrangeana e surrogate (relaxação Lagrangeana/surrogate) com geração de colunas, e em meta-heurísticas (meta-heurísticas não-evolutivas e Algoritmo Genético Construtivo).

#### Relaxação Lagrangeana/surrogate

Esta pesquisa produziu várias publicações internacionais, com a participação de alunos como co-autores, bem como outros pesquisadores de instituições brasileiras e do exterior. Seus resultados demonstram a eficiência do uso combinado das relaxações Lagrangeana e surrogate na solução de problemas de otimização combinatória. A continuação das pesquisas deve focar o relacionamento entre a relaxação Lagrangeana/surrogate e o processo tradicional de geração de colunas em Programação Linear para problemas de grande porte.

É bem conhecida a equivalência entre os processos de decomposição de Dantzig-Wolfe (DW), geração de colunas e a relaxação Lagrangeana. Resolver o dual Lagrangeano pelo método de Kelley é equivalente a aplicar o processo de decomposição de DW ao primal. Entretanto, a aplicação direta de método de Kelley (ou DW) geralmente enfrenta problemas de estabilidade, onde muitos cortes (colunas) improdutivos são acrescentados em fases intermediárias do método de Kelley (DW). A relaxação Lagrangeana/surrogate fornece colunas de qualidade para o programa mestre do DW (ou cortes para Kelley), acelerando a solução do problema linear por geração de colunas.

Dois trabalhos iniciais foram desenvolvidos aplicando estes conceitos ao problema de p-medianas não-capacitado e com capacidades. Os resultados foram muito bons, mostrando que geração de colunas pode ser uma alternativa mais rápida que métodos subgradientes. O uso da relaxação Lagrangeana/surrogate permitiu gerar um número menor de colunas e obter os mesmos resultados que métodos tradicionais. Seus tempos computacionais foram também reduzidos em até 50%. Os trabalhos estão aceitos para publicação na EJOR (p-medianas não-capacitado) e Comp & Op. Research (p-medianas capacitado).

Pode ser mostrado ainda que a relaxação Lagrangeana/surrogate produz um limite inferior de qualidade para ser usado em etapas intermediárias do processo de geração de colunas (minimização). Isto pode ser útil como critério de parada do processo de geração de colunas, e é especialmente importante quando o subproblema a ser resolvido é um problema difícil. Estamos explorando os bons limites da relaxação Lagrangeana/surrogate no Branch & Price, com resultados iniciais satisfatórios. O número de nós da árvore foi diminuído em relação ao processo tradicional.

#### Genético Construtivo

As meta-heurísticas, ou heurísticas modernas, têm se destacado nos últimos anos como métodos eficientes para solução de problemas de otimização combinatória. Dentre elas, podemos citar a busca tabu e variações e os algoritmos evolutivos.

O Algoritmo Genético Construtivo (AGC) foi proposto para tratar eficientemente o problema da avaliação de esquemas em Algoritmos Genéticos, e têm sido desenvolvido e pesquisado no INPE por alunos e colaboradores de outras instituições, com várias publicações internacionais. Pretende-se como continuação da pesquisa estudar o uso do AGC com codificação real, com o processo de geração de colunas e dedicar maior tempo na análise de parâmetros do método. Está sendo proposta uma versão de Treinamento Populacional do AGC.

#### **4. Resultados e Impactos Esperados (máximo de 1 página)**

---

Descrever os resultados e/ou produtos esperados. Estimar a repercussão e/ou impactos sócio-econômicos, técnico-científicos e ambientais dos resultados esperados na solução do problema focalizado.

#### **Indicadores de Progresso ao final de cada 6 meses de projeto:**

Publicação em revistas indexadas: até 2  
Teses de doutorado: até 1  
Dissertações de mestrado: até 1  
Divulgação dos trabalhos em congressos: até 3  
Coordenação/participação em projetos temáticos: 1

#### **Indicadores de resultados ao final do projeto:**

Publicação em revistas indexadas: 7  
Teses de doutorado: 2  
Dissertações de mestrado: 2  
Divulgação dos trabalhos em congressos: 10  
Coordenação/participação em projetos temáticos: 1

#### **Repercussão e/ou impactos dos resultados:**

Abordagens baseadas na técnica de geração de colunas têm aparecido em um grande número de trabalhos recentes em alternativa aos métodos não lineares baseados em relaxação Lagrangeana (métodos de subgradientes, bundle) para resolver problemas inteiros de grande porte [59]. Uma pesquisa no Web of Science em 18/02/2003, com o argumento “column generation”, retornou 268 trabalhos, 113 apenas nos últimos 3 anos.

Nosso trabalho já está sendo reconhecido e incluído como alternativa em métodos de estabilização para geração de colunas (veja os trabalhos recentes [88] e [89]).

Abordagens baseadas em algoritmos evolutivos continuam a se mostrar eficientes para problemas de otimização combinatória. O AGC continua sendo bem divulgado e estará sendo testado em outros problemas relevantes.

## **5. Riscos e Dificuldades (máximo de 1 página)**

---

Comentar sobre possíveis dificuldades e riscos potenciais que poderão interferir na execução das ações propostas e comprometer o alcance das metas e objetivos preconizados. Explicitar as medidas previstas para contornar ou superar essas dificuldades.

Possíveis variações na cotação do dólar podem interferir nas atividades do projeto. Principalmente nas participações em congressos internacionais.

Neste caso pode-se ter que modificar/adaptar o cronograma para diminuir o número de participações em congressos.

## 6. Melhores práticas do grupo no tema ou área proposta (máximo de 1 página)

Informe as principais realizações, competências, realizações e experiências do pesquisador/grupo no tema ou área propostos nos últimos cinco anos.

A coordenação do projeto estará a cargo do pesquisador Dr. Luiz Antonio Nogueira Lorena. O Dr. Lorena trabalha há 20 anos em assuntos relacionados a problemas de Otimização Combinatória, em particular aos problemas relacionados a localização de facilidades, roteamento de veículos e relacionados. Têm enfatizado em suas pesquisas o desenvolvimento de novos algoritmos e heurísticas para problemas de Otimização Combinatória. Heurísticas que usam relaxações e metaheurísticas fazem parte de suas pesquisas.

Produção resumida nos últimos 5 (ver referencias no item 9):

2 artigos em revistas nacionais [1, 2],

11 artigos em revistas de circulação internacional [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13],

17 artigos em congressos internacionais [14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30],

22 artigos em congressos nacionais [31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52]

6 artigos aceitos para publicação [53, 54, 55, 56, 57, 58]

2 mestrados e 4 doutorados concluídos (orientação)

Veja ainda outras referências bibliográficas relevantes ao projeto [59 – 87].

Coordenação/participação em projetos temáticos de equipe:

Coordenador de 2 projetos FAPESP –

ARSIG - Análise de Redes com Sistemas de Informações Geográficas  
Processo: FAPESP 96/04585-6  
De 07/1997 a 07/1999.

ARSIG2 - Sistemas de Apoio à Decisão usando Redes e Sistemas de Informações Geográficas  
Processo: FAPESP 99/06954-7  
De: 07/2000 a 07/2002

Participação em temáticos:

CEAC - Corte e Empacotamento Assistido por Computador  
Processo: 95/09522-0  
Coordenador – Horácio H. Yanasse

## 7. Outros Projetos e Financiamentos (máximo de 1 página)

---

Indique outros projetos de pesquisa em andamento dos quais participem membros da equipe proponente, incluindo o título, vigência, a dedicação em hora/homem/mês, a origem e o valor do financiamento.

Informe se uma proposta idêntica ou equivalente foi submetida a outro Edital (mesmo em outra agência financiadora).

**NASPLOT - *Novos Algoritmos para Sistemas de Produção, Localização e Transportes***  
(processo CNPq # 472310/01-1), com vigência até novembro de 2003.  
Dedicação do coordenador: 20 horas semanais.

A proposta atual continuará as pesquisas e desenvolvimentos do projeto NASPLOT. Destaca-se que o cronograma do NASPLOT2 foi ajustado para que os desembolsos não coincidam com os do NASPLOT no possível período de interseção (julho a novembro de 2003)

## **8. Atendimento aos Critérios do Edital**

---

Destaque os aspectos relevantes da proposta quanto aos critérios para avaliação constantes no Edital.

A descrição da proposta contempla os vários itens propostos no edital para avaliação, especialmente na originalidade da pesquisa e divulgação de resultados em veículos adequados, bem como na formação de recursos humanos.

---

Além dos critérios constantes no Edital, que outros critérios você destacaria para serem considerados em favor de sua proposta?

## 9. Referências Bibliográficas

Relacionar as obras da literatura citadas, de acordo com as normas da ABNT.

Grande parte das referencias estão disponíveis na página

<http://www.lac.inpe.br/~lorena/public.html>

1. Gomez, A. T. and Lorena, L. A. N. Modelagem de sistemas de manufatura flexíveis considerando restrições temporais e a capacidade do magazine. *Gestão & Produção*, 5(1), 69-80, abril 1998.
2. Lorena, L. A. N. ; Senne, E. L. F. ; Paiva, J. A. C. e Pereira M. A. Integração de modelos de localização a sistemas de informações geográficas. *Gestão e Produção* 8(2):180-195, 2001
3. Narciso, M. G. and Lorena, L. A. N. Lagrangean/surrogate Relaxation for Generalized Assignment Problems. *European Journal of Operational Research* , 114(1), 165-177, 1999
4. Lorena, L. A. N. and Senne, E. L. F. Improving traditional subgradient scheme for Lagrangean relaxation: an application to location problems, *International Journal of Mathematical Algorithms* 1: 133-151, 1999
5. Senne, E. L. F. and Lorena, L. A. N. Lagrangean/surrogate heuristics for p-median problems. In *Computing Tools for Modeling, Optimization and Simulation: Interfaces in Computer Science and Operations Research*, M. Laguna and J. L. Gonzalez-Velarde (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp. 115-130, 2000
6. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. A Constructive Evolutionary Approach to the Machine-Part Cell Formation Problem In *Buildings Competencies for International Manufacturing - Perspectives for developing countries*, A. Fleury, H. Yoshizaki, L. B. M. Guimaraes and J. L. D. Ribeiro (eds.) UFRGS/FEENG, Porto Alegre, pp. 340-348, 2000
7. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. A Constructive Evolutionary Approach to School Timetabling. In *Applications of Evolutionary Computing* , Boers, E.J.W., Gottlieb, J., Lanzi, P.L., Smith, R.E., Cagnoni, S., Hart, E., Raidl, G.R., Tjink, H., (Eds.) - Springer Lecture Notes in Computer Science vol. 2037, pp. 130-139 - 2001
8. Lorena, L. A. N. and Furtado, J. C. Constructive genetic algorithm for clustering problems. *Evolutionary Computation* 9 (3): 309-327, 2001
9. Yamamoto, M. ; Camara, G. and Lorena, L. A. N. Tabu search heuristic for point-feature cartographic label placement. *Geoinformatica An International Journal on Advances of Computer Science for Geographic Information Systems* 6 (1): 77-90, March 2002
10. Lorena, L.A.N. and Narciso, M. G. Using logical surrogate information in Lagrangean relaxation: an application to symmetric traveling salesman problems. *European Journal of Operational Research* 138(3) pp. 473-483, March 2002
11. Lorena, L. A. N. and Pereira M. A. A Lagrangean/surrogate heuristic for the maximal covering location problem using Hillsman's edition. *International Journal of Industrial Engineering* 9(1), 57-67, 2002 Special Issue on Facility Location and Layout
12. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. A Constructive Genetic Algorithm for Gate Matrix Layout Problems. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*. Vol. 21, no. 8, pp 969-974, 2002
13. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. 2-opt population training for minimization of open stack problem In *Advances in Artificial Intelligence*, Bittencourt, G. and G. L. Ramalho (Eds.) Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence Series vol. 2507, pp. 313-323 - 2002

14. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N., A constructive genetic algorithm for cellular manufacturing design. Apresentado no EURO XVI - 16th European Conference on Operational Research. Bruxelas, Bélgica- 12-15 de julho de 1998
15. Lorena, L. A. N. and Furtado, J. C. Constructive genetic algorithm for clustering problems. Apresentado no Optimization 98- Coimbra, Portugal - 20-22 julho de 1998
16. Lorena, L. A. N. and Furtado, J. C. Constrained facility layout using tabu search. Apresentado no EURO XVI - 16th European Conference on Operational Research. Bruxelas, Bélgica- 12-15 de julho de 1998
17. Narciso, M. G. and Lorena, L.A.N. Using local surrogate information in Lagrangean relaxation: an application to symmetric traveling salesman problems. IFORS'99 - The 15th Triennial Conference - The International Federation of Operational Research Societies. Beijing, China. 15-20/08/99.
18. Ribeiro Filho, G. e Lorena, L. A. N. Improvements on constructive genetic approaches to graph coloring. IFORS'99 - The 15th Triennial Conference - The International Federation of Operational Research Societies. Beijing, China. 15-20/08/99.
19. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. Constructive genetic algorithm and Column Generation: an application to graph coloring. APORS'2000 - The Fifth Conference of the Association of Asian-Pacific Operations Research Societies within IFORS - 2000
20. Lorena, L. A. N. and Senne, E. L. F. Local search heuristics for capacitated p-median problems EURO XVII - The 17th European Conference on Operational Research - Budapeste - Hungria - July 16-19, 2000
21. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. Constructive Genetic Algorithm application to school timetabling EURO XVII - The 17th European Conference on Operational Research - Budapeste - Hungria - July 16-19, 2000
22. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. A Constructive Evolutionary Approach to School Timetabling. EvoCOP2001 - First European Workshop on Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization - Lake Como (Milan), April 18-19, 2001
23. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. DNA Fragment Assembly using the Constructive Genetic Algorithm. INFORMS Annual Meeting 2001 Miami Beach - November 4, 2001 - November 7, 2001
24. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. A Constructive Genetic Algorithm for the Linear Gate Assignment Problem. GECCO - Genetic and Evolutionary Computation Conference -2001 - San Francisco - July 7 - 11, 2001
25. Senne, E.L.F. and Lorena, L.A.N. Stabilizing column generation using Lagrangean/surrogate relaxation: an application to p-median location problems. EURO 2001 - THE EUROPEAN OPERATIONAL RESEARCH CONFERENCE - Erasmus University Rotterdam, July 9-11, 2001
26. Arakaki, R. G. I. and Lorena, L. A. N. A Constructive Genetic Algorithm for the Maximal Covering Location Problem MIC 2001: 4th Metaheuristics International Conference - Porto - Portugal - 16 - 20 July - 2001
27. Pizzolato, N. D., Barcelos, F. B. and Lorena, L. A. N. School Location Methodology in Urban Areas of Developing Countries IFORS2002 - The sixteenth triennial conference of the International Federation of Operational Research Societies, hosted by the UK Operational Research Society 8 - 12 July, 2002 ==> 3o. colocado - prêmio: IFORS OR FOR DEVELOPMENT PRIZE COMPETITION <====
28. Lorena, L. A. N.; Pereira, M. A. e S. N. A. Salomao Lagrangean/surrogate relaxation and column generation: new bounds and new columns CO2002 - International Symposium on Combinatorial Optimization Paris - 8-10 April, 2002

29. Lorena, L.A.N. and Senne. E.L.F. A column geration approach to capacitated p-median problems ISOLDE IX - NINTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LOCATIONAL DECISIONS June 12 - June 18, 2002, Fredericton, New Brunswick, Canada
30. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. 2-opt population training for minimization of open stack problem SBIA'02 - XVI Brazilian Symposium on Artificial Intelligence - Porto de Galinhas/Recife - 11 a 14 de novembro de 2002
31. Furtado, J.C. and Lorena, L.A.N. Algoritmo Genético Construtivo na otimização de problemas combinatoriais de agrupamentos. III Oficina de cortes e empacotamento. Curitiba - Nov. 1998
32. Ribeiro Filho, G. e Lorena, L. A. N. Algoritmo Genético Construtivo aplicado ao projeto de células de manufatura. III Oficina de cortes e empacotamento. Curitiba - Nov. 1998
33. Yamamoto, M. ; Camara, G. and Lorena, L. A. N. Uma aplicacao da busca tabu ao problema da rotulacao cartografica de pontos. Apresentado no GISBRASIL99 - Salvador - Julho 1999
34. Lorena, L. A. N. ; Senne, E. L. F. ; Paiva, J. A. M. e Marcondes, S. P. B. Integração de um modelo de p-medianas a sistemas de informações geográficas. XXXI SBPO- Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Juiz de Fora. 20-22/10/99
35. Narciso, M. G. and Lorena, L.A.N. Algoritmo Genético Construtivo aplicado ao problema generalizado de atribuição. XXXI SBPO- Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Juiz de Fora. 20-22/10/99
36. Ribeiro Filho, G. e Lorena, L. A. N. Aplicação do Algoritmo Genético Construtivo a um Problema de Programação de Horários. XXXI SBPO- Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Juiz de Fora. 20-22/10/99
37. Lorena, L.A.N. and Narciso, M. G. ARSIG para o Domínio Agropecuário AGROSOFT 99 - CONGRESSO E MOSTRA DE AGROINFORMÁTICA. 19 e 20 - NOVEMBRO - 1999 / CAMPINAS (SP)
38. Narciso, M. G. and Lorena, L.A.N. Um método exato para multiplicadores lagrangeano/surrogate. IV Oficina Nacional de Problemas de Corte e Empacotamento - INPE/ maio - 2000
39. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. Algoritmo Genético Construtivo e geração de colunas: uma aplicação para coloração de grafos XXXII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Viçosa - 2000
40. Narciso, M. G. ; Lorena, L.A.N. and Furtado, J. C. Mutação de localizacao-alocacao para problemas de p-medianas XXXII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Viçosa - 2000
41. Narciso, M. G. ; Lorena, L.A.N. Nova proposta para a relaxação Lagrangeana/surrogate e nova proposta de algoritmo para o Problema Generalizado de Atribuição LAPTEC 2000 - I CONGRESSO DE LÓGICA APLICADA À TECNOLOGIA - São Paulo, 11 a 15/09/2000
42. Narciso, M. G. ; Lorena, L.A.N. Uma aplicação da relaxação lagrangeana/surrogate ao problema simétrico do caixeiro viajante usando um método de subgradientes melhorado XXIII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Campos do Jordão - nov/2001
43. Pereira M. A. and Lorena, L. A. N. A heurística lagrangeana/surrogate aplicada ao problema de localização de máxima cobertura XXIII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - Campos do Jordão - nov/2001
44. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. A Constructive Evolutionary Approach to Linear Gate Assignment Problems ENIA 2001 - Encontro Nacional de Inteligência Artificial - Fortaleza - 30/07 a 03/08/2001
45. Lorena, L. A. N.; Pereira. M. A. e S. N. A. Salomão A relaxação Lagrangeana/surrogate e o método de geração de colunas: novos limitantes e novas colunas V Oficina Nacional de

Problemas de corte e empacotamento - 06 e 07 de dezembro de 2001 - INPE - S. J. Campos - SP

46. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. Algoritmos Evolutivos para Problemas de Otimização Numérica com Restrições I WORCAP - INPE - São José dos Campos - 2001
47. Narciso, M. G. ; Lorena, L.A.N. Uso de algoritmos genéticos em sistemas de apoio a decisão para alocação de recursos no campo e na cidade III Congresso brasileiro da SBI-AGRO - Sociedade Brasileira de Informática aplicada a agropecuária e agroindústria - Foz do Iguaçu - 13 a 15 de março de 2002
48. Lorena, L.A.N. and Senne. E.L.F. Abordagens de Geração de Colunas para um Problema de p-medianas Capacitado XXXIV SBPO - Rio de Janeiro - 2002
49. Barcelos, F. B. , Pizzolato, N. D. and Lorena, L. A. N. Avaliação da localização de escolas com modelos capacitado e nao-capacitado e uso de uma ferramenta GIS: estudo de caso de Vitoria/ES XXXIV SBPO - Rio de Janeiro - 2002
50. Ribeiro Filho, G. and Lorena, L. A. N. Montagem de fragmentos de DNA com algoritmo evolutivo XXXIV SBPO - Rio de Janeiro - 2002
51. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. Population training approach to unconstrained numerical optimization II WORCAP - INPE - São José dos Campos - 2002
52. Oliveira A. C. M. and Lorena, L. A. N. Algoritmo de treinamento populacional: uma aplicação ao MOSP VI Oficina de Problemas de Cortes e Empacotamento - UNICAMP - 9-10 dez. 2002
53. Lorena, L.A.N. ; Narciso, M. G. and Beasley J. E. A constructive genetic algorithm for the generalized assignment problem. *Evolutionary Optimization* – aceito para publicação - 2002
54. Lorena, L. A. N. and Senne, E. L. F. Local search heuristics for capacitated p-median problems *Networks and Spatial Economics* – aceito para publicação - 2003
55. Narciso, M. G. ; Lorena, L.A.N. Uso de algoritmos genéticos em sistemas de apoio a decisão para alocação de recursos no campo e na cidade *Revista Brasileira de Agro-Informatica* - 2002
56. Senne. E.L.F. and Lorena, L.A.N. Stabilizing column generation using Lagrangean/surrogate relaxation: an application to p-median location problems. *European Journal of Operational Research* – aceito para publicação - 2003
57. Lorena, L. A. N.; Pereira. M. A. e S. N. A. Salomão A relaxação Lagrangeana/surrogate e o método de geração de colunas: novos limitantes e novas colunas *Pesquisa Operacional- Edição Especial - 60 anos Prof. Nelson Maculan* – aceito para publicação - 2002
58. Lorena, L.A.N. and Senne, E. L. F. A Column Generation Approach to Capacitated p-median Problems *Computers & Operations Research* – aceito para publicação - 2003
59. Barnhart, C.; Johnson, E.L.; Nemhauser, G.L.; Savelsbergh, M.W.P. and Vance, P.H. Branch-and-Price: Column Generation for Solving Huge Integer Programs, *Operations Research* 46 (1998) 316-329.
60. Beasley, J.E. Lagrangean Heuristics for Location Problems. *European Journal of Operational Research*, 65: 383-399, 1993.
61. Bodin, L.; Golden, B.; Assad, A.; Ball, M. Routing and scheduling of vehicles and crews: the state of the art. *Computers and Operations Research*, 10(2): 65-211, 1983.
62. Braca, J.; Bramel, J.; Posner, B.; Simchi-Levil, D. A computerized approach to the New York City school bus routing problem. 1995.
63. Christofides, N.; Mingozzi, A and Toth P. The vehicle routing problem. In *Combinatorial Optimization*, Christofides, N. ; Mingizzi, A ; Toth P. and Sandi C. (eds.). John Wiley, 1979.
64. Dantzig, G.B. and Wolfe, P. Decomposition principle for linear programs. *Operations Research*, 8: 101-111, 1960.

65. Daskin, M. *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*, Wiley Interscience, NY, 1995.
66. Desrochers, M. and Soumis, F. A Column Generation Approach to the Urban Transit Crew Scheduling Problem, *Transportation Science* 23 (1989) 1-13.
67. Desrosiers, J. ; Dumas Y.; Solomon, M. M. and Soumis, F. Time constrained routing and scheduling. In *Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol8, Network routing*, Ball, M. O , T. L. Magnanti and G. L. Nemhauser (eds.) North-Holland, 1995.
68. Drezner, Z. (ed.) *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*, Springer-Verlag, NY, 1995.
69. du Merle, O.; Villeneuve, D.; Desrosiers, J. and Hansen, P. Stabilized column generation. *Discrete Mathematics*, 194: 229-237, 1999.
70. Fisher, M.L. *Vehicle Routing*. In: *Handbooks in Operations Research and Management Science, Networks and Distribution*, 1992.
71. Francis, R.L.; McGinnis, L.F.; White, J.A. *Facility Layout and Location: An Analytical Approach*, Prentice Hall, NJ, 1992.
72. Gengreau, M. ; Laporte G. and Potvin J-Y. Vehicle routing: modern heuristics. In *Local Search in Combinatorial Optimization*. Edited by E. Aarts and J. K. Lenstra - p. 311-336. John Wiley, 1997.
73. Gilmore, P.C. and Gomory, R.E. A linear programming approach to the cutting stock problem. *Operations Research*, 9: 849-859, 1961.
74. Ghosh, A.; Rushton, G. (eds.) *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*, VNR, NY 1987.
75. Glover, F.; Klingman, D.; Phillips, N. *Network Models in Optimization and Their Applications in Practice*, Wiley Interscience, NY, 1992.
76. Hillsman, E.L. The p-median structure as a unified linear model for location-allocation analysis. *Environment and Planning A*, 16, p. 305-318, 1984.
77. Kelly J. P. and Xu, J. A set-partitioning based heuristic for the vehicle routing problem , 1998.
78. Kelley, J.E. The Cutting Plane Method for Solving Convex Programs, *Journal of the SIAM* 8 (1960) 703-712.
79. Kohl, N. and Madsen O. B. G. An optimization algorithm for the vehicle routing problem with time windows based on Lagrangian relaxation. *Operations Research* 45: 395-406, 1997.
80. Laporte, G. The vehicle routing problem: an overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59: 345-358, 1992.
81. Larson, R.C.; Odoni, A.R. *Urban Operations Research*, Prentice Hall, NJ, 1981.
82. Li, L.Y.O.; Eglese, W. An interactive algorithm for vehicle routing for winter-gritting. *Journal of the Operational Research Society*, 47(2): 217-228, 1996.
83. Love, R.F.; Morris, J.G.; Wesolowsky, G.O. *Facilities Location: Models and Methods*, North Holland, NY, 1988.
84. Papadimitriou, C. and Steiglitz, K. *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Prentice-Hall, Inc. , Englewood Cliffs, 1982.
85. Teitz, M.B. and Bard, P., "Heuristic methods for estimating the vertex median of a weighted graph" *Operations Research* 16 (1968) 955-961.
86. Valério de Carvalho, J.M. Exact Solution of Bin-Packing Problems Using Column Generation and Branch-and-Bound, Universidade do Minho, Departamento Produção e Sistemas Working Paper, 1996.

87. Weigel, D. and Cao, B. Applying GIS and OR techniques to solve Sears technician-dispatching and home-delivery problems, Interfaces 29: 112-130, 1999.
88. Lübbecke, M.E., Desrosiers, J. Selected Topics in Column Generation LES CAHIERS DU GERAD. G-2002-64 - Dec. 2002  
(disponível em <http://www.gerad.ca/fichiers/cahiers/G-2002-64.pdf> )
89. M.G.C. Resende and R.F. Werneck, A GRASP with path-relinking for the p-median problem, submitted to J. of Heuristics  
(disponível em <http://www.research.att.com/~mgcr/doc/gpmedian.pdf> )