

# V Simpósio de Análise Numérica e Otimização

**Data: 25 a 27 de fevereiro de 2013**

**Local: Auditório Léo Grossman, Centro Politécnico, UFPR**

## Programação:

Segunda-feira, 25 de fevereiro

|             |                                                                                                                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:00-10:00  | Minicurso: Welington Oliveira, IMPA<br>Tomada de decisão sob incerteza: uma abordagem do ponto de vista da Otimização <sup>1</sup>                    |
| 10:00-10:15 | Intervalo                                                                                                                                             |
| 10:15-11:15 | Palestra: Lucelina Batista, UFPR<br>Otimização multiobjetivo sob incerteza: abordagem via conjuntos Fuzzy <sup>2</sup>                                |
| 11:15-11:45 | Palestra: Camila Isoton, UFPR<br>Funções invexas diferenciáveis e condições de otimalidade <sup>3</sup>                                               |
| 11:45-12:15 | Palestra: Washington Alves de Oliveira, UTFPR<br>Otimização vetorial envolvendo frações de funções quadráticas: condições de otimalidade <sup>4</sup> |
| 12:15-13:45 | Almoço                                                                                                                                                |
| 13:45-14:45 | Minicurso: Fermín Bazán, UFSC<br>Regularização para problemas mal-postos discretos de grande porte <sup>5</sup>                                       |
| 14:45-15:00 | Intervalo                                                                                                                                             |
| 15:00-16:00 | Palestra: Ricardo Biloti, Unicamp<br>O Teorema da divergência e aplicações em Geofísica Computacional <sup>6</sup>                                    |
| 16:00-17:00 | Palestra: Melissa Weber Mendonça, UFSC<br>Métodos recursivos em Otimização Não-linear <sup>7</sup>                                                    |

Terça-feira, 26 de fevereiro

|             |                                                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:00-10:00  | Minicurso: Welington Oliveira, IMPA<br>Tomada de decisão sob incerteza: uma abordagem do ponto de vista da Otimização <sup>1</sup> |
| 10:00-10:15 | Intervalo                                                                                                                          |
| 10:15-11:15 | Feodor Pisnitchenko, UFABC<br>Projeção perspectiva e aplicações <sup>8</sup>                                                       |
| 11:15-12:15 | Palestra: Benar Svaiter, IMPA<br>O Teorema de Kantorovich sobre o método de Newton <sup>9</sup>                                    |
| 12:15-13:45 | Almoço                                                                                                                             |
| 13:45-14:45 | Minicurso: Fermín Bazán, UFSC<br>Regularização para problemas mal-postos discretos de grande porte <sup>5</sup>                    |
| 14:45-15:00 | Intervalo                                                                                                                          |
| 15:00-16:00 | Palestra: Adriano Verdério, UFPR<br>Aprendizado de máquina, máquinas de vetores suporte e Otimização sem Derivadas <sup>10</sup>   |
| 16:00-17:00 | Palestra: Yuan Jin Yun, UFPR<br>Alguns problemas em Matemática Aplicada e Computacional <sup>11</sup>                              |

Quarta-feira, 27 de fevereiro

|             |                                                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:00-10:00  | Minicurso: Welington Oliveira, IMPA<br>Tomada de decisão sob incerteza: uma abordagem do ponto de vista da Otimização <sup>1</sup> |
| 10:00-10:15 | Intervalo                                                                                                                          |
| 10:15-11:15 | Palestra: Maicon Alves, UFSC<br>Algoritmos fortemente convergentes em espaços de Hilbert <sup>12</sup>                             |
| 11:15-12:15 | Palestra: Cristiano Torezzan, Unicamp<br>O page-rank do Google e a revolução na internet provocada por um algoritmo <sup>13</sup>  |
| 12:15-13:45 | Almoço                                                                                                                             |
| 13:45-14:45 | Minicurso: Fermín Bazán, UFSC<br>Regularização para problemas mal-postos discretos de grande porte <sup>5</sup>                    |
| 14:45-15:00 | Intervalo                                                                                                                          |
| 15:00-16:00 | Palestra: Carlos Henrique Marchi, UFPR<br>Grupo de pesquisa em CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes da UFPR <sup>14</sup>     |

### **1 - Tomada de decisão sob incerteza: uma abordagem do ponto de vista da Otimização, Welington Oliveira (IMPA)**

Em muitas situações realísticas tem-se a necessidade de tomar decisões na presença de incertezas e, além disso, almeja-se que tais decisões sejam realizadas atendendo algum critério de otimalidade. Uma área da ciência dedicada aos problemas de tomadas de decisões sob incerteza é a denominada otimização estocástica que, sendo uma área multidisciplinar, envolve conceitos e resultados de otimização, probabilidades, estatística, e computação. Neste curso daremos ênfase ao problema de seleção de portfólios em uma carteira de investimentos.

### **2 - Otimização multiobjetivo sob incerteza: abordagem via conjuntos Fuzzy, Lucelina Batista Santos (UFPR)**

Uma das mais significativas características do ser humano é a tomada de decisão para vários problemas do dia a dia. Tais problemas são, frequentemente, com múltiplos objetivos, os quais na maior parte das vezes são conflitantes e não mensuráveis entre si. Além disto, os dados que obtemos de alguns problemas práticos são valores aproximados, vagos ou imprecisos. Existem muitas maneiras diferentes de tratar estes problemas. Nesta apresentação, veremos como a Teoria dos Números Fuzzy pode ser utilizada na análise de tais problemas. Inicialmente, trataremos o problema clássico de otimização multi-objetivo. Discutiremos a formulação deste problema, os conceitos de solução e métodos usuais de resolução. Também discutiremos o conceito de número fuzzy e suas principais propriedades. Finalmente, apresentaremos três diferentes abordagens para o tratamento de problemas de otimização sob incerteza. A primeira delas, proposta por Bellman e Zadeh, se representam as incertezas por números fuzzy, utilizando funções de pertinência para permitir a flexibilização dos dados imprecisos, tanto quando os objetivos são incertos ou quando as restrições do problema também apresentam imprecisões. A segunda, introduzida por Sakawa, trata da utilização de parâmetros incertos, nas funções objetivo e nas restrições do problema. São bastante interessantes, pois as soluções destes problemas podem ser obtidas através de uma aplicação direta dos métodos usuais para resolver problemas com um único objetivo. A terceira, introduzida por Wu, se baseia em um conceito análogo ao de cone convexo para o contexto fuzzy e, utilizando a ordem parcial induzida por este "cone" obtém soluções ótimas.

### **3 - Funções invexas diferenciáveis e condições de otimalidade, Camila Isoton (UFPR)**

Nesta apresentação, discutiremos as propriedades fundamentais das chamadas funções invexas. O conceito de invexidade foi introduzido por Hanson, na década de 80, como uma generalização do conceito de função convexa. A principal propriedade destas funções é que, sob hipóteses de invexidade, as condições de Kuhn-Tucker são suficientes para a otimalidade. Desde então, o estudo de funções invexas e algumas generalizações deste conceito vem sendo estudadas, inclusive para outros tipos de problema de otimização como os problemas multiobjetivo, o problema de Controle Ótimo, problema de otimização entre espaços abstratos, dentre outros. Uma interessante generalização do conceito de problemas invexos foi introduzido por Martin,

também na década de 80. Trata-se do conceito de problemas Kuhn-Tucker invexos. Tais problemas têm a interessante propriedade: um problema de programação matemática é KT-invexo se e somente se seus pontos Kuhn-Tucker são ótimos globais.

#### **4 - Otimização vetorial envolvendo frações de funções quadráticas: condições de otimalidade, Washington Alves de Oliveira (UTFPR)**

Sem utilizar hipóteses de convexidade generalizada, apresentaremos uma abordagem alternativa para verificar se uma solução localmente Pareto ótima é também globalmente Pareto ótima. Essa abordagem é possível quando trabalhamos com problemas cujo vetor objetivo é formado por frações de funções quadráticas.

#### **5 - Regularização para problemas mal-postos discretos de grande porte, Fermín Bazán (UFSC)**

Problemas mal-postos aparecem numa variedade enorme de aplicações e são frequentemente atrelados aos chamados *problemas inversos*. Os aspectos teóricos e métodos para esse tipo de problemas são relativamente bem desenvolvidos, mas as metodologias e as técnicas computacionais para resolvê-los em dimensão finita (discrete illposed problems) ainda não foram abordadas suficientemente, sendo notória a carência de métodos para problemas de grande porte. Apresentamos um conjunto de métodos para problemas mal-postos discretos de grande porte, baseados na construção de soluções aproximadas estáveis em subespaços de Krylov de pequena dimensão via métodos de projeção. A ideia dos métodos de projeção para problemas inversos lineares/não lineares do tipo  $\mathcal{A}(f) = g$ ,  $\mathcal{A} : \mathcal{H}_1 \rightarrow \mathcal{H}_2$ , é escolher uma sequência de subespaços de dimensão finita tal que

$$\mathcal{V}_1 \subset \mathcal{V}_2 \subset \cdots \subset \mathcal{V}_k \subset \mathcal{V}_{k+1} \cdots \subset \mathcal{H}_1, \quad \dim(\mathcal{V}_k) = k,$$

e construir soluções aproximadas estáveis  $f^{(k)} \in \mathcal{V}_k$  usando alguma estratégia de regularização e algum método apropriado tal como o método de Galerkin ou outro. O processo de aproximação deve “parar” quando as características mais importantes da solução  $f$  “forem capturadas” por  $f_\lambda^{(k)}$ . Apresentamos aplicações em problemas inversos envolvendo reconstrução de imagens, super resolução, espalhamento inverso e tomografia entre outras.

#### **6 - O Teorema da divergência e aplicações em Geofísica Computacional, Ricardo Biloti (Unicamp)**

Os experimentos geofísicos realizados na busca e monitoramento de reservatórios de gás e óleo consistem em distribuir receptores sobre a superfície de uma região de interesse e registrar a resposta da Terra a um estímulo gerado por uma fonte sísmica artificial. Há diversos tipos de fontes sísmicas em uso, como cargas explosivas ou pistões hidráulicos, em terra, ou canhões de ar comprimido, quando o experimento é conduzido no mar. É usual haver restrições operacionais quanto ao uso destas fontes. Por exemplo, um navio rebocando um canhão de ar comprimido não pode passar muito próximo de uma plataforma de exploração, ou uma carga explosiva não pode ser detonada próximo de construções ou regiões povoadas. Em decorrência destas restrições, o experimento geofísico idealizado não pode ser completamente executado em campo, gerando falhas no dado coletado.

Na última década ganhando expressão a técnica denominada Interferometria Sísmica, que correlacionando diversos registros realizados é capaz de simular uma fonte sísmica, prestando-se assim a completar as lacunas deixadas durante a coleta dos dados de campo.

Nesta apresentação veremos como o Teorema de Divergência é empregado para dar origem a uma das equações básicas da Interferometria Sísmica e algumas aplicações.

#### **7 - Métodos recursivos em Otimização Não-linear, Melissa Weber Mendonça (UFSC)**

Nesta palestra, discutiremos os métodos recursivos para a resolução de problemas de otimização não-linear, inspirados na filosofia multigrid para a resolução de sistemas lineares de grande porte. Os métodos do tipo multigrid se baseiam no fato que no caso de sistemas lineares ou de problemas de otimização numérica advindos da discretização de equações diferenciais há liberdade na escolha do número de pontos na malha de discretização. Assim, podemos escolher várias malhas (grids), utilizando a solução do problema em malhas com poucos pontos (mais barata) para diminuir o custo da solução do problema em malhas com muitos pontos (mais precisa). Discutiremos métodos recursivos baseados na estratégia de região de confiança assim

como na estratégia de busca linear que aplicam estes conceitos a problemas de otimização.

## **8 - Projeção perspectiva e aplicações, Feodor Pisnitchenko (UFABC)**

Para o olhar humano um objeto distante parece ser menor que o mesmo objeto localizado mais perto. Este fenômeno é chamado de perspectiva. Nesta palestra abordaremos sobre a projeção perspectiva de objetos tridimensionais num plano, que pode ser de um sensor de máquina fotográfica ou do próprio olho humano. Apresentaremos os conceitos geométricos e a interpretação matricial, além de expor aplicações reais.

## **9 - O Teorema de Kantorovich sobre o método de Newton, Benar Svaiter (IMPA)**

Vamos provar um teorema que estabelece a convergência do método de Newton usando hipóteses “semi-locais”: o Jacobiano é Lipschitz contínuo, não singular no ponto inicial e há uma relação entre a norma do passo de Newton, a norma da inversa do Jacobiano e a constante de Lipschitz. Provaremos também que a estimativa é precisa: se as condições requeridas não se cumprem, a função pode não ter zeros.

## **10 - Aprendizado de máquina, máquinas de vetores suporte e Otimização sem Derivadas, Adriano Verdério (UFPR)**

O objetivo é utilizar ideias de Aprendizado de Máquinas, do inglês Machine Learning, para construir modelos para um método de região de confiança sem derivadas para resolver problemas de otimização irrestrita. Para chegar a esse objetivo pretende-se apresentar as ideias básicas sobre aprendizagem de máquina e máquinas de vetores suporte (Support Vector Machines) que são métodos para aprendizagem supervisionada que podem ser usados para classificação ou regressão. Os modelos para o método de região de confiança sem derivadas são construídos por meio de regressão por máquinas de vetores suporte. Ao final alguns testes numéricos preliminares serão apresentados.

## **11 - Alguns problemas em Matemática Aplicada e Computacional, Yuan Jin Yun (UFPR)**

Nesta palestra, citaremos diversos problemas práticos e atuais que podem ser abordados pela Matemática Aplicada, situando o ouvinte sobre a situação da pesquisa na área. Será discutido como se dá a comunicação entre Academia e Indústria, em quais situações um profissional da Matemática Aplicada pode atuar, qual é a formação acadêmica necessária e quais habilidades extra-curriculares são importantes, entre outros assuntos relevantes.

## **12 - Algoritmos fortemente convergentes em espaços de Hilbert, Maicon Marques Alves (UFSC)**

Farei um breve resumo das principais técnicas para forçar convergência forte de métodos fracamente convergente, em espaços de Hilbert de dimensão infinita. Se o tempo permitir, apresentarei uma nova caracterização de convergência forte usando uma teoria de dualidade de Svaiter.

## **13 - O page-rank do Google e a revolução na internet provocada por um algoritmo, Cristiano Torezzan (Unicamp)**

Nesta palestra apresentamos as ideias fundamentais que deram origem ao algoritmo page-rank, que revolucionou a internet e ainda hoje é a locomotiva do império Google. Durante a apresentação enfatizaremos a modelagem matemática do problema e na maneira como resultados conhecidos de álgebra linear e cálculo numérico foram fundamentais na criação do buscador da internet de maior sucesso na história. Aproveitamos a oportunidade para discutir o enorme desafio de produzirmos riqueza associada a conhecimento nas pesquisas brasileiras e como casos de sucesso como o do pagerank podem nos inspirar.

## **14 - Grupo de pesquisa em CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes da UFPR, Carlos Henrique Marchi (UFPR)**

São apresentadas as linhas de pesquisa do grupo de CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes da UFPR, bem como alguns resultados já obtidos e projetos em andamento. Estas linhas de pesquisa são denominadas por: (1) aplicação de métodos numéricos; (2) otimização de métodos numéricos; e (3) verificação e validação de soluções numéricas.