



IO2009 – 14º Congresso da Associação Portuguesa de  
Investigação Operacional

# Livro de Resumos

7 a 9 de Setembro de 2009

Departamento de Matemática  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa

*Campus de Caparica*

## **Comissão Organizadora**

Ruy Costa (presidente)

Isabel Correia

Isabel Gomes-Salema

Lídia Lourenço

Manuel V. C. Vieira

Maria do Carmo Brás

Nelson Chibeles Martins

Paula Amaral

Docentes do Departamento de Matemática  
da Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
da Universidade Nova de Lisboa

## Boas – Vindas

Caro colega:

Em nome do Senhor Director da Faculdade de Ciências e Tecnologia da U.N.L., Prof. Fernando Santana, em meu nome pessoal e no dos meus colegas que integram a Comissão Organizadora do 14º Congresso Nacional da APDIO gostaria de lhe dar as boas-vindas ao *campus* de Caparica e ao **IO2009**.

O IO2009 apresenta algumas mudanças face aos anteriores congressos nacionais da APDIO. Em primeiro lugar, por ter decorrido apenas um ano em relação ao congresso precedente, que decorreu em Vila Real. Em segundo lugar, porque a APDIO introduziu neste congresso a possibilidade de submissão de artigos, que após revisão, integram o Livro de Actas, que agora se disponibiliza. Em terceiro lugar, a APDIO decidiu reduzir a duração dos congressos nacionais – o IO2009, sob este ponto de vista, é um congresso de transição, decorrendo em três dias, mas ocupando apenas quatro meios dias. De referir, ainda, que decidimos reactivar o **Estudio**, destinado a estudantes de IO, e que antecede a abertura do congresso.

“**Vencer Novos Desafios nos Transportes e Mobilidade**” foi o tema escolhido para o IO2009, traduzindo importantes preocupações dos nossos tempos, nas quais a IO pode desempenhar um papel da maior relevância. Planeámos o **Painel de Transportes e Mobilidade**, uma sessão com carácter plenário, onde contaremos com a presença de personalidades de relevo na área, esperando que, assim, possamos contribuir para um maior entrosamento entre a IO e a comunidade técnica ligada a essa temática.

Foi com muita satisfação que o IO2009 recebeu o **patrocínio exclusivo** da **ANA – Aeroportos de Portugal**, bem como o apoio de algumas empresas, das quais destacamos a RAVE e a Refer, na área dos Transportes e Mobilidade.

Gostaríamos de manifestar o nosso agradecimento ao Patrocinador, Apoiantes e destacar a colaboração inexcelente de vários serviços da FCT-UNL.

Desejamos, ainda, manifestar o nosso agradecimento à APDIO, na pessoa do seu Presidente, o nosso colega e amigo Jorge Pinho de Sousa, pela confiança depositada e pelo permanente apoio. Idêntico agradecimento é devido à Presidente da Comissão de Programa, Ana Póvoa, que sempre facilitou a articulação com a Comissão Organizadora.

Gostaríamos de cumprimentar os Oradores Convidados – os nossos colegas Joaquim Júdice e Jaime Barceló – que acederam a partilhar connosco a sua larga experiência e saber. Registamos, desde já, o nosso agradecimento pela sua disponibilidade.

A terminar, confessamos contar com a sua benevolência para as inevitáveis falhas, que sempre acontecem. Desejamos que possa sentir-se em casa na FCT-UNL e que o IO2009 possa ser um espaço interessante de troca de ideias, novas aprendizagens e reencontros com velhas amizades.

Com os meus cumprimentos,

Ruy Araújo da Costa

(Presidente da Comissão Organizadora do IO2009)

## **Comissão de Programa**

Ana Barbosa-Póvoa (presidente), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa

Agostinho Agra, Universidade de Aveiro

Ana Paula Teixeira, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Carlos Henggeler Antunes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra

Filipe Alvelos, Universidade do Minho

Isabel Gomes-Salema, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

João Paulo Costa, Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra

João Soares, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra

João Telhada, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

José Fernando Oliveira, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

José Manuel Valério de Carvalho, Universidade do Minho

Margarida Vaz Pato, Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa

Maria Antónia Carravilla, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

Maria Eugénia Captivo, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

Maria do Sameiro Carvalho, Universidade do Minho

Marília Pires, Universidade do Algarve

Mónica Oliveira, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa

Pedro Oliveira, Universidade do Minho

Caros participantes,

Desejo a todos as boas vindas ao IO2009, o 14º congresso de APDIO, que este ano se realiza no Campus de Caparica, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Este congresso serve como ponto de encontro para a nossa comunidade de Investigação Operacional (IO) permitindo que exista uma partilha das nossas experiências e que possamos estabelecer e/ou fortalecer as ligações dentro desta comunidade.

Saúdo, em particular, os dois investigadores de renome internacional que aceitaram o nosso convite para partilharem connosco a sua longa experiência científica, o Professor Joaquim Júdice, da Universidade de Coimbra e Instituto de Telecomunicações, e o Professor Jaume Barceló, da Universitat Politècnica de Catalunya. Muito obrigada a ambos.

Por iniciativa da Comissão Organizadora, a conferência tem o tema “Vencer novos desafios nos transportes e mobilidade!”. Diversas empresas ligadas ao sector dos transportes estarão presentes e partilharão as suas experiências com a comunidade científica de IO. Teremos um painel com a participação de responsáveis da RAVE - Rede Ferroviária de Alta Velocidade, SA e da Refer – Rede Ferroviária Nacional EPE. Haverá ainda uma sessão paralela convidada da responsabilidade da ANA – Aeroportos de Portugal, S.A onde será apresentado um projecto que estão a desenvolver em parceria com outras entidades relacionadas com os transportes urbanos de Lisboa.

Quero exprimir o meu agradecimento a todos aqueles que submeteram os seus trabalhos e que irão apresentar as suas comunicações, nestes três dias da conferência. Sem vocês este congresso não podia ter sido tornado uma realidade. Tivemos um total de 127 submissões. Dentro destas submissões 35 foram feitas na forma de artigos. Pela primeira vez, na série dos congressos de IO, foi considerada a hipótese de submissão de artigos. Este desafio foi bem recebido, pela comunidade de IO, e é nossa opinião que deve ser continuado e fortalecido nos futuros congressos. Todas as 127 submissões foram aceites para apresentação nestes três dias de conferência, e dos 35 artigos 29 foram publicados no livro de actas.

Finalmente, agradeço aos membros da Comissão de Programa pela disponibilidade demonstrada na elaboração do programa final e na revisão de todos os trabalhos submetidos. Agradeço ainda à Comissão Organizadora pelo apoio dado na elaboração do programa e dos livros de actas e de resumos.

Desejo a todos um óptimo IO2009.

Ana Paula Barbosa Póvoa

(Presidente da Comissão de Programa)



Caros participantes do IO 2009!

O nosso encontro tem lugar, este ano, num tempo de incerteza e dúvidas, em que os poderes públicos se confrontam com a tomada de importantes decisões de carácter estruturante e envolvendo enormes recursos. A “crise” aconselha doses adicionais de racionalidade e a participação de todos nos processos, complexos, de decisão que estão em curso ou se avizinham.

Os grandes investimentos são um problema colectivo e não se compadecem com o recurso a modelos simplistas ou impostos apenas pelo calendário político ou eleitoral. Os transportes ou as infra-estruturas têm, pelo seu carácter estratégico, de ser objecto de processos de decisão, ao mesmo tempo sofisticados mas que a sociedade, colectivamente, seja capaz de entender no essencial. A IO dispõe da metodologia e das técnicas para estruturar muitos destes problemas e ajudar a resolvê-los. Da essência da IO, fazem parte a multidisciplinaridade e as perspectivas múltiplas. E é nesse enquadramento que novas abordagens podem ser desenvolvidas para ajudar a resolver alguns dos problemas que a sociedade e as empresas atravessam.

Por outro lado, temos inúmeras empresas em dificuldades e onde ganhos de eficiência e uma maior produtividade podem ter um impacto significativo. A IO tem instrumentos poderosos para ajudar a gestão das operações e dos processos dessas empresas e das suas relações com fornecedores e clientes. Mas, mais do que isso, disponibiliza um quadro conceptual para a compreensão e a estruturação dos seus problemas.

Bem-vindos ao IO2009! O tempo é-nos propício: as oportunidades e os desafios são enormes. A dimensão do nosso congresso é a prova da vitalidade da comunidade portuguesa de IO. Vamos, por isso, fazer deste encontro, um espaço de trabalho e de convívio, de fortalecimento de laços ou de estabelecimento de relações. Mas também uma oportunidade para mostrar que podemos dar importantes contributos para ultrapassar as dificuldades actuais e ajudar, de facto, a construir uma sociedade mais próspera, harmoniosa e justa!

Jorge Pinho de Sousa  
(Presidente da APDIO)

**Segunda-feira, dia 7 de Setembro**

10:00 - 13:00	EstudIO	
	Recepção / Entrega de documentação	Átrio do Edifício VII
13:00 - 14:30	Almoço	Auditório Ágora (Biblioteca)
14:30 - 15:15	Sessão de Abertura	Grande Auditório
15:15 - 15:45	Coffee break	Edifício VII
15:45 - 17:30	Sessões Paralelas 2C	Edifício VII
18:00	Moscatel de Honra	Casa da Cerca - Almada

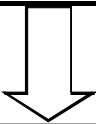
**Terça- Feira, dia 8 de Setembro**

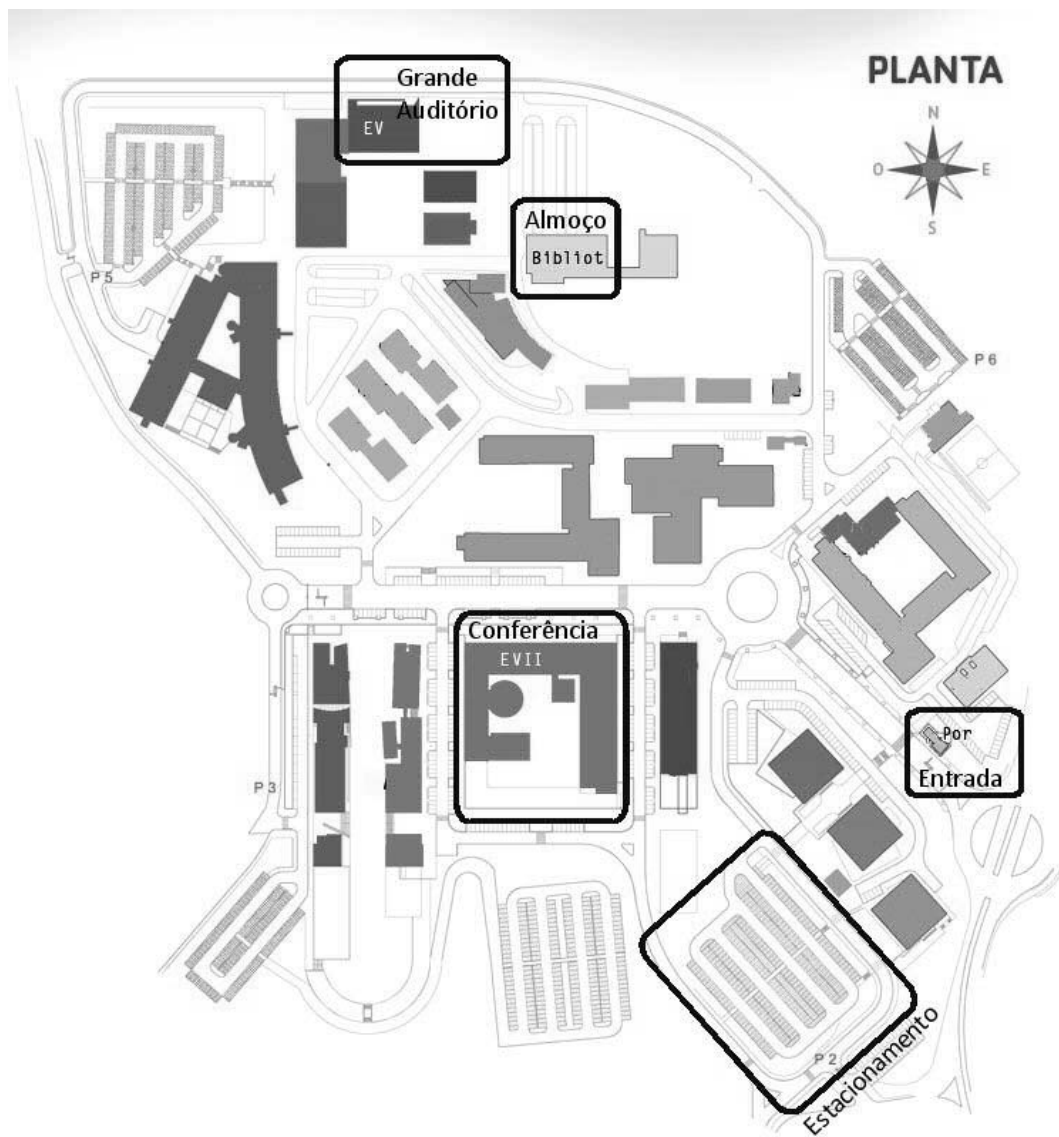
09:30 - 11:15	Sessões paralelas 3A	Edifício VII
11:15 - 11:45	Coffee break	Edifício VII
11:45 - 12:45	Painel de Transportes e Mobilidade	Grande Auditório
13:00 - 14:30	Almoço	Auditório Ágora (Biblioteca)
14:30 - 15:30	Plenária I	Grande Auditório
15:45 - 17:30	Sessões Paralelas 3C	Edifício VII
17:30 - 18:00	Coffee break	Edifício VII
18:00	Reunião da APDIO	Edifício VII
20:00	Jantar do congresso	Cristo Rei

**Quarta-feira, dia 9 de Setembro**

09:30 - 11:15	Sessões paralelas 3A	Edifício VII
11:15 - 11:45	Coffee break	Edifício VII
11:45 - 12:45	Plenária II	Grande Auditório
12:45 - 13:15	Sessão de encerramento	Grande Auditório
13:15 - 14:30	Almoço	Auditório Ágora (Biblioteca)



	2ª F	3ª F	4ª F
09:30 - 10:00			
10:00 - 11:15	<b>Estudio</b> Recepção/Entrega Documentação	<b>Sessões 3A</b>	<b>Sessões 4A</b>
11:15 - 11:45		Coffee Break	Coffee Break
11:45 - 12:45		<b>Painel Transportes</b>	<b>Plenária II</b>
12:45 - 13:00			Sessão de Encerramento
13:00 - 14:30	<b>Almoço</b>	<b>Almoço</b>	<b>Almoço</b>
14:30 - 15:15	<b>Sessão de Abertura</b>	<b>Plenária I</b>	
15:15 - 15:30	Coffee Break		
15:30 - 15:45			
15:45 - 17:30	<b>Sessões 2C</b>	<b>Sessões 3C</b>	
17:30 - 18:00		Coffee Break	
18:00		<b>Moscatel de Honra</b>	Reunião APDIO
20:00		<b>Jantar</b>	



## **Sessões plenárias**



Terça-feira, das 11:45 às 12:45  
Moderador: Jorge Pinho de Sousa

**Grande Auditório**  
**Painel de Transportes e Mobilidade**

---

## **Grandes investimentos na rede ferroviária**

### **Rede convencional e rede de alta velocidade**

Com a participação de responsáveis da **RAVE - Rede Ferroviária de Alta Velocidade, SA** e da **Refer – Rede Ferroviária Nacional EPE**.



Terça-feira, das 14:30 às 15:30

**Grande Auditório**

Moderador: Ana Paula Barbosa Póvoa

**Plenária I**

---

### **Programação Matemática com Restrições de Complementaridade Linear: Aplicações e Algoritmos**

Joaquim J. Júdice

O Problema de Programação Matemática com Restrições de Complementaridade Linear (PMCL) é um programa não linear que tem como objectivo minimizar uma função linear ou não linear continuamente diferenciável num conjunto não convexo definido por restrições lineares e de complementaridade linear.

Este problema de optimização tem merecido grande investigação durante os últimos anos devido ao enorme número de aplicações em diversas áreas da ciência, engenharia e economia. Além disso, vários problemas de optimização não convexos podem ser formulados e resolvidos como PMCLs.

Nesta palestra algumas dessas formulações são primeiramente discutidas, incluindo Programação Bilinear, Quadrática e Problemas de Complementaridade Linear e de Valores Próprios. Algoritmos para a resolução do PMCL são seguidamente analisados, sendo dado algum destaque a um algoritmo de restrições activas para a determinação de um ponto estacionário de um PMCL e a um método enumerativo para o cálculo de um seu mínimo global. Alguma experiência computacional é relatada na parte final da palestra para ilustrar a eficiência das técnicas discutidas e das suas eficácias para resolver problemas de optimização não convexos através das suas reduções a PMCLs.





Quarta-feira, das 11:45 às 12:45  
Moderador: Jorge Pinho de Sousa

**Grande Auditório**  
**Plenária II**

---

**An OR perspective on traffic modeling and its role on decision making: from strategic to operational planning**

Jaume Barceló

Transport planning models have played a dominant role in strategic planning since the mid seventies, and represent a world in themselves, almost disjoint from other transport and traffic modeling areas, namely those of the dynamic models accounting for dynamic behavior of flows and demands, addressing a sound way of dealing with operational policies. The advent of the Intelligent Transport Systems turned the attention to dynamic models but at the same time raised questions concerning management policies that could only be properly answered by models able of dealing with large networks and, at the same time, capture the essence of the dynamics of traffic phenomena. This fostered the research on Dynamic Traffic assignment and Dynamic Traffic Equilibrium as the appropriate technical frameworks which would support these modeling requirements and simulation approaches describing the loading of vehicles onto the network to emulate the dynamics of flow propagation. The combination of these approaches gave birth to the mesoscopic traffic models.

However, the needs raised by new applications as for example the so called Integrated Corridor Management have raised new modeling questions and great concerns on the best way of using the models to assist traffic managers in real-time decision processes. Each question can be answered by an ad hoc modeling approach but conditioned requirements on data and information exchange between the various models in a consistent and synchronous way. This lecture will provide an overview of the existing approaches, discuss some of the pros and cons, and illustrate them with examples of real life projects. And will discuss critically some of the requirements for a full integration of traffic models and research questions still open.



## **Sessões paralelas**

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Isabel Gomes-Salema

2C1 - Sala 1

Escalonamento e sequenciamento 1

---

### **A Tabu Search Based Approach For an Exam Timetabling Problem**

Tiago Cardal Pais, Paula Amaral

In this work, we implemented a metaheuristic (Tabu Search) to find a good feasible solution for exam timetabling problem. Two different approaches were studied. The first deals with only one objective function and the second problem uses a multiobjective function. We devised an enhanced Tabu Search algorithm in which we apply a fuzzy inference rule based technique in order to make it as automatic as possible. We use the fuzzy inference rule based system, normally used in decision theory, to automatically tune the search parameters. In the case of multiobjective problem, we introduced a new variable weight multiattribute technique to evaluate the neighbouring solutions. We tested the different approaches using a set of real data. Computational results showed that these techniques proved to be quite competitive when compared with state of art.

**Palavras chave:**

*Tabu Search, Exam Timetabling, Automatic Timetabling*

### **Uma Abordagem de Decomposição para o Problema Integrado de Escalonamento de Veículos, Tripulações e Planeamento de Escalas**

Margarida Vaz Pato, Marta Mesquita, Margarida Moz, Ana Paias

O problema integrado de escalonamento de veículos, tripulações e planeamento de escalas (VTE) consiste em atribuir viagens a veículos e a condução dos veículos a motoristas de uma empresa de transportes urbanos. Este problema admite como dados as viagens que satisfazem a procura de transporte, os veículos, os motoristas, as regras que regem o trabalho destes profissionais, bem como os objectivos de optimização da parte da administração e dos motoristas. Nesta comunicação, será apresentada uma nova metodologia que passa por uma decomposição de Benders para um modelo de programação linear binária mista especialmente desenvolvido para o VTE. Este método itera entre a solução de um subproblema de escalonamento integrado de veículos e tripulações e a de um subproblema de planeamento de escalas de tripulações segundo uma abordagem não cíclica. Obtém-se, assim, um conjunto de soluções admissíveis para o VTE de diversificada qualidade no que respeita aos dois objectivos de optimização considerados nesta abordagem. Serão apresentados os resultados de uma experiência computacional desenvolvida com dados disponibilizados na internet e dados de uma empresa de transportes que opera na região de Lisboa. Da análise das soluções encontradas numa perspectiva bi-objectivo resulta a identificação de soluções potencialmente não dominadas que permitirão aos decisores não só fazer a escolha dos planos de escalas para os motoristas como também proceder à afectação dos veículos às viagens.

**Palavras chave:**

*escalonamento de veículos, escalonamento de tripulações, métodos de decomposição*

---

**Planeamento integrado de shift scheduling e rostering com recursos multi-skilled**

Ana Raquel Godinho, João Telhada

Considera-se um problema de calendarização de tarefas e recursos, no qual se define para cada tarefa as necessidades ao longo do tempo e o skill requerido e para cada recurso as disponibilidades e os skills adquiridos. O objectivo é afectar os recursos às tarefas de modo a satisfazer o melhor possível as necessidades colocadas. Tipicamente, pretende-se obter soluções de custo mínimo com um certo limite inferior na qualidade de serviço ou, alternativamente, soluções com o melhor ajustamento possível às necessidades das tarefas. São apresentados modelos em programação linear mista, cuja comparação é estabelecida ao nível dos gaps e durações das respectivas relaxações lineares. São ainda propostas desigualdades válidas que melhoram o processo de resolução. São igualmente apresentados resultados relativos ao planeamento de operações para períodos de tempo mais alargado.

**Palavras chave:**

*Scheduling, Rostering, Programação Inteira Mista*

**Elaboração de Escalas de Serviço de Pessoal numa Superfície Comercial**

Filipe Carvalho, Ana Sofia Pereira, Maria Teresa Godinho

No problema da elaboração de escalas de serviço de pessoal é necessário encontrar soluções que permitam cobrir a procura das diferentes secções respeitando as competências dos trabalhadores e a legislação laboral. Por outro lado, é sabido que a satisfação dos colaboradores é vital para o bom funcionamento das instituições, pelo que é desejável que as escalas produzidas respeitem as preferências dos trabalhadores quanto aos horários e/ou secções e promovam a rotatividade dos mesmos entre turnos. Conciliar todos estes propósitos é uma tarefa complexa e motivadora. Nesta comunicação, apresenta-se a solução Workforce Management – a solução da WideScope para problemas de elaboração de escalas de serviço - contextualizando-a no âmbito da sua aplicação à gestão de pessoal de uma superfície comercial. Esta é uma aplicação flexível que permite ao utilizador explorar diversos cenários e tomar consciência das consequências das diferentes escolhas. Na comunicação descrevem-se os desafios surgidos na implementação da aplicação, nomeadamente quanto à modelação das preferências do utilizador (transmitidas através da utilização de uma interface gráfica) como restrições de um problema de optimização combinatória e ilustra-se a sua utilização através de um exemplo.

**Palavras chave:**

*Escalonamento de Pessoal, Optimização Combinatória*

**Testing the Mixed Integer Programming approach for the vehicle relocation problem in one-way carsharing**

Gonçalo Homem de Almeida Rodrigues  
Correia

Carsharing is often wrongly mistaken as being the same as carpooling, when in reality these are two very different systems: carpooling denotes a system by which people share their own vehicles mainly in commuter trips in order for saving money on transport costs and reducing fuel emissions, whereas carsharing works as a near term car rental mainly suited for city centre trips avoiding car ownership and providing the comfort of using a private vehicle for trips between one station to another - one-way carsharing. These different characteristics have motivated two different problem formulations in Mixed Integer Programming (MIP). For carpooling the problem is to select optimum groups out of a list of clients, while for one-way carsharing, the problem has been to determine an optimum strategy for managing a vehicle relocation system which is needed for balancing vehicle stocks at each station during the day. For the carsharing problem it was only recently that a MIP formulation was proposed and used in an International project. In this paper this formulation is reviewed, tested and illustrated with results from its deployment in a highly used Optimization Software using the Boston ZipCar service as case study. We were able to conclude that the formulation is useful and interesting, however for real world instances it may be inefficient. It may be more productive to use it as part of a simulation tool for producing initial operational standards.

**Palavras Chave:**

*Carsharing, transportation demand management, mixed integer programming*

**Gestão de operações logísticas num armazém usando modelos de apoio à decisão**

Carla Alexandra Soares Galdes, Maria do Sameiro Carvalho, Guilherme A. B. Pereira

Os armazéns são elos importantes da cadeia logística, pelo que, no contexto de um mercado global, altamente competitivo e exigente, a sua gestão cumpre um papel muito relevante no que diz respeito quer à obtenção dos níveis de serviço prestados ao cliente quer à minimização dos custos logísticos totais. Neste trabalho é realizada a reestruturação de operações logísticas num armazém. A reestruturação realizada teve por base a implementação dos resultados obtidos por resolução de dois modelos de programação matemática que permitiram redimensionar as áreas funcionais no armazém e localizar os produtos dentro dessas áreas, segundo a política de localização adoptada. As soluções obtidas permitiram não só reestruturar o armazém como abriram lugar ao estudo e implementação de novas estratégias, para posterior optimização do processo de picking.

**Palavras Chave:**

*Operações logísticas, Armazenamento, Programação matemática, Caso de estudo*

**Novas heurísticas baseadas em programação matemática para problemas de planeamento de produção**

Bernardo Almada-Lobo, Ross J.W.James

Em diversos tipos de indústria, o planeamento de produção é afectado pela existência de custos associados à preparação de máquinas aquando da mudança de produção de um determinado produto para outro. O problema de dimensionamento de lotes resultante tem, para além das dificuldades inerentes à necessidade de responder à procura com recursos limitados, custos dependentes da sequência de produção. Recentemente, foram propostas várias formulações de programação inteira mista que modelam este problema. No entanto, devido à sua complexidade, motores de pesquisa comerciais não conseguem obter soluções admissíveis em tempo útil. Apresentam-se aqui um conjunto de heurísticas de melhoria de pesquisa local baseada em programação inteira mista para resolver estes problemas. Os resultados que se apresentam são superiores em tempo computacional e na qualidade das soluções geradas a outros métodos reportados na literatura. As técnicas desenvolvidas podem ser generalizadas facilmente para outro tipo de problemas de dimensionamento e escalonamento de lotes, bem como para problemas fora deste domínio.

**Palavras Chave:**

*Mixed Integer Programming, metaheuristic, production planning*

**Robust Optimization Modelling of Biomass Gasification Systems**

João Luís de Miranda, Miguel António Soares Casquilho

We propose to address the robust process planning (PP) of biomass gasification, assuming PP as a well known case of optimization in Chemical Engineering, in the form of Two-Stage Stochastic Programming (2SSP). Numerous other cases of optimization in Chemical Engineering may be cast 2SSP models, which can address higher complexity whenever realistic conditions are assumed, as well as when tackling large size problems. Our approach aims aspects of a biomass gasification system, by selecting specifically and in detail the options available, while risk is considered according to probabilistic decisional criteria. Contribution to modelling must be forwarded for: functional optimization of feeds (type of usable biomasses), internal operating parameters, and handling and control of the gasification units. The proposal of addressing these optimization cases resorts to the development of heuristics, elaborated in conformity with the problem modelled, and whose quality will be assessed by doing the analysis to the deviations, of probabilistic nature. In the medium term, we focus on the development of a standard computer application, to be made available to industrial process systems. Here, the adaptation of the existing robust modelling is considered due to its significant benefits, and, given their newness and difficulty, because no other stochastic approach is known for the optimization of biomass gasification systems.

**Palavras Chave:**

*biomass gasification, robust optimization, two-stage stochastic programming*

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Fernando Bastos

2C3 - Sala 3

Optimização 1

---

### Função de penalidade para programação semi-infinita não linear

Alzira M.T. da Mota, A. Ismael F. Vaz

Os problemas de programação semi-infinita (PSI) aparecem nas mais diversas áreas da engenharia, como por exemplo, no planeamento da trajetória de robôs, na teoria da aproximação de Chebyshev, no controlo da poluição atmosférica, no planeamento da produção, no desenho óptimo de conjuntos de sinais e desenhos de filtros digitais. Apesar de existirem inúmeros trabalhos na área da PSI ao longo da última década, há uma grande carência de 'software' disponível. As únicas exceções são a função 'fseminf' do MATLAB que está disponível na Toolbox de optimização e do 'solver' NSIPS. No entanto, nenhum destes fornece uma implementação de um método pertencente à classe de redução. Neste trabalho é apresentado um algoritmo de redução para programação semi-infinita baseado na técnica de penalidade. São apresentados os resultados obtidos com um conjunto de problemas teste pertencente à base de dados SIPAMPL e são comparados com as soluções conhecidas.

#### Palavras Chave:

*Programação semi-infinita, algoritmo de redução, função de penalidade*

### Relaxations for the truss topology design problem

Adelaide Cerveira, Fernando Bastos

This paper considers the classical problem of finding a truss design with minimal compliance subject to a given external force and a volume bound. This is a well-studied problem for continuous cross sectional areas. Generally, the optimal solutions obtained for this problem contain bars with many different cross sectional areas. In real life we have only a finite set of possible values, so it is important to consider discrete constraints (Cerveira (1997), Faustino et al. (2006), among others). In this paper we consider a single bar's cross sectional area case. Achtziger and Stolpe (2005) present a branch and bound method to solve this problem. We present semidefinite and lagrangean relaxations in order to get better lower bounds, to be used in a branch and bound method, than the one provided by linear relaxation. Some computational results are presented and the performance of the relaxations are compared. The best bound is provided by one of the lagrangean relaxations.

#### Palavras Chave:

*truss topology design (TTD), semidefinite programming (SDP), lagrangean duality*



### **Contribuições recentes para a análise e desempenho de Métodos de Procura Directa**

Ana Luísa Custódio, Humberto Rocha, Luís Nunes Vicente

Os métodos de procura directa são uma classe de algoritmos adequada à Optimização Sem Derivadas (OSD), relativamente fácil de implementar e paralelizar. Estes algoritmos apresentam propriedades de convergência interessantes, mesmo no caso da optimização de funções não suaves, embora possam ser considerados ineficientes, quando comparados com algoritmos de OSD baseados no uso de modelos da função objectivo. Mantendo a estrutura dos algoritmos de procura direccionada, organizados em torno de um passo de sondagem e de um passo de procura, os valores da função objectivo que são calculados pelo algoritmo no decurso normal do processo de optimização serão reutilizados para melhorar a eficiência destes dois passos. No caso do passo de sondagem serão propostas estratégias para a ordenação das direcções a testar baseadas na utilização de derivadas simplécticas. Para o passo de procura será considerada a minimização de um modelo de norma de Frobenius numa região de confiança. Serão apresentados resultados numéricos que comprovam a melhoria da eficiência algorítmica resultante das estratégias propostas, em problemas suaves, com funções definidas por ramos e em problemas com ruído.

#### **Palavras Chave:**

*Optimização Sem Derivadas, Procura Directa, Modelos de Norma de Frobenius Mínima*

### **Algoritmos de Gradientes Projectados com Precondicionamento para Optimização Não Linear com Restrições Simples**

Maria do Carmo Brás, Joaquim João Júdice, Ana Maria de Almeida

Nesta comunicação é investigada a utilidade de uma técnica de precondicionamento num algoritmo de gradientes projectados para a resolução de problemas de optimização não linear com restrições de limites nas variáveis ou de simplex. São investigadas teórica e computacionalmente a escolha da matriz de precondicionamento e o uso de uma norma elíptica no cálculo da projecção requerida em cada iteração do algoritmo. Experiência computacional é apresentada com problemas de optimização de média e grande dimensão que ilustra os benefícios e as desvantagens da abordagem.

#### **Palavras Chave:**

*Optimização Não Linear, Precondicionamento, Algoritmos de Gradientes*

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Maria do Sameiro Carvalho

2C4 - Sala 4

Transportes e mobilidade 1

---

**Converting the BSC in a methodology to support management change in a public transport company: the STCP experience**

Leandro Lopes de Carvalho, Jorge Freire de Sousa

In the last decades the public transport sector has been reevaluating its role in the society. Demands for quality of service improvement, cooperation for the sustainable development of community and environment, responsibility for the traffic and pollution reduction in the big cities and increased scrutiny in its financial and budgetary results are the main reasons. Therefore, to efficiently and effectively respond to the increasing necessities of the society, such companies have been modernizing their managerial and operational processes through the implementation of new techniques and methodologies.

The authors propose a new structure for the management control system of such companies based in the implementation of tools, like the Balanced ScoreCard (BSC), traditionally used by the private sector, and duly modified for this purpose.

This proposal is being applied in STCP, a public transport company in the city of Oporto, in order to implement a new strategic approach, more focused in the value creation for the stakeholder. Finally, this paper will discuss the resulting benefits originated by the introduction of the methodology in the company.

**Palavras Chave:**

*Passenger Public Transport, Strategic Alignment, Balanced Scorecard*

**OR problems arising in demand-responsive passenger public transport systems**

Ana Ferreira Dias, José Telhada, Maria Sameiro Carvalho

Demand-responsive transport (DRT) systems are increasingly popular in many occidental countries as a viable alternative to conventional passenger public transport, especially for services with low-density demand patterns, e.g. general procurement in rural areas, elderly and handicapped calls in urban areas. DRT systems offers much greater flexibility in both scheduled and coverage, although they are somewhat more (per-trip) costly than fixed-scheduled fixed-route services. So, companies are seeking ways to rationalize their business by making use of new information technologies and intelligent computer-aided systems to attend calls and to maintain users informed, to generate the most efficient schedules and routes, and to manage the fleet of vehicles. In the design phase, it is important to simulate the system to be implemented, in order to preview the most appropriated types or flexibility levels of service that must be offered and to estimate the best values of their parameters. In this paper, we systematize the architecture of modern DRT systems, describe the main OR problems that can arise at the design, implementation and operational phases, and report the most common solution techniques.

**Palavras Chave:**

*Arrival/Departure Time Prediction, Vehicle Routing Problem (VRP), Discrete-Event Simulation*

---

### **Dynamic Vehicle Routing for Demand Responsive Transportation Services**

Rui Jorge Gomes, Jorge Pinho de Sousa, Teresa Galvão

Providing quality public transportation is expensive in low demand scenarios, often leading to sparse service frequencies and low perceived quality. Demand Responsive Transportation (DRT) systems try to address this problem with routes and frequencies that may vary according to the actual observed demand. In this context we aim at planning a set of services for transportation requests between origins and destinations specified by users, and using a fleet of homogeneous vehicles normally based on a single depot. Users may also specify a time window for departure as well as a desired arrival time. The goal is not only to minimize the operating costs but also to maximize the quality of the service, expressed by indicators such as the average passenger waiting time or the on-board (ride) time. Besides involving multiple objectives, DRT services are also dynamic, thus requiring planning tools that provide real-time solutions. In this work we have characterized and modeled different variants of DRTs as special cases of the Vehicle Routing Problem (VRP), and in particular as Dial-A-Ride models. To obtain an approximation of the Pareto solution set, we have designed a heuristic approach by constructing a feasible route through a greedy random approach, followed by a local search phase. Preliminary computational results on randomly generated instances look very promising, both in terms of cost savings and in terms of computational efficiency.

**Palavras Chave:**

*Vehicle Routing Problem, Transportation, Heuristics*

### **Integração e automatização de algoritmos para problemas de rotas em sistemas flexíveis de transporte público de passageiros**

Ana Ferreira Dias, Joaquim Vítor Oliveira, Maria Sameiro Carvalho, José Telhada

Os sistemas tradicionais de transporte público de passageiros oferecem serviços com horários e rotas predefinidas. Em geral, estes sistemas são adequados para padrões de procura alta e concentrada, mas tornam-se frequentemente desadequados para padrões de procura baixa e dispersa. Durante a última década e tentando colmatar tal desadequação, tem-se assistido ao surgimento de sistemas alternativos baseados na flexibilização dos serviços prestados, em termos de horários e rotas permitidas, as quais são criadas em função dos pedidos. Estes sistemas são conhecidos por sistemas de transporte a pedido ou sistemas DRT (demand responsive transport). Contudo, estes sistemas traduzem-se numa muito maior exigência ao nível da gestão operacional, dada a sua complexidade, exigindo normalmente que se utilizem avançados sistemas de informação e comunicação, incluindo a automatização do atendimento de pedidos e do planeamento dinâmico de rotas. Neste artigo, enumeram-se os tipos de problemas de rotas dos sistemas DRT e discute-se o estado-da-arte relativo aos principais métodos de solução disponíveis. Descrevem-se os fundamentos metodológicos que sustentam a proposta de um novo software, integrador de um conjunto adequado de algoritmos de rotas em ambiente de visualização gráfica com suporte de base de dados georeferenciados. Por fim, reporta-se o desempenho deste software na resolução de alguns problemas concretos e discute-se as principais vantagens da sua potencial utilização em casos reais.

**Palavras Chave:**

*Sistema inteligente de transporte a pedido, Optimização de rotas, Base de dados georeferenciados*

### **The heterogeneous fleet multi depot vehicle scheduling problem**

Sara J. Neves, Teresa Galvão

In this paper two heuristic methods for the heterogeneous fleet multi depot vehicle scheduling (HFMDVSP) are proposed. The HFMDVSP, arising in public transport bus companies, consists of the bus assignment to a given set of timetabled trips when different depots are involved, with constraints to the different vehicle types that can be assigned to certain trips, and some other operational constraints. The aim is to obtain an optimal schedule that is characterized by the minimal fleet size and the minimal operational costs. The scheduled trips must be grouped into chains, beginning and ending at a depot, in order to minimize fleet size costs and dead heading time. The outcome of this process is a vehicle schedule containing which vehicle type will operate which trips. Two formulations for the HFMDVSP are presented and computational results of the suggested methods on real-life data are presented and discussed.

#### **Palavras Chave:**

*Vehicle scheduling problem, heterogeneous fleet, different vehicle types, heuristics*

### **Formulações de fluxos para problemas de rotas nos arcos – minorantes**

Luís Gouveia, Maria Cândida Mourão, Leonor Santiago Pinto

Os modelos de roteamento nos arcos, M-CARP (Mixed Capacitated Arc Routing Problem), surgem no contexto de diversos problemas de distribuição e recolha em que os serviços são efectuados ao longo de ligações de uma rede por veículos de capacidade limitada. Trata-se de uma generalização do Capacitated Arc Routing problem (CARP) pois os serviços podem ocorrer quer nos arcos, quando o serviço deve ser executado num sentido especificado, quer nas arestas, quando qualquer dos sentidos pode ser utilizado para efectuar o serviço. Apresenta-se um modelo de fluxos compacto e válido para o problema misto. O grande número de variáveis e restrições do modelo

conduziu ao desenvolvimento de uma versão agregada. O modelo agregado, apesar de não representar uma formulação válida, tem uma relaxação linear que produz o mesmo limite inferior que a relaxação linear do modelo original. Usou-se um conjunto de problemas de teste publicados na literatura para avaliar a qualidade dos modelos. Na apresentação serão relatados os resultados dos testes.

#### **Palavras Chave:**

*Rotas nos arcos, Formulações de fluxos*

### **O problema de Sectorização-Rotas nos Arcos: modelos e minorantes**

Maria Cândida Mourão, Ana Catarina Nunes

O problema de Sectorização-Rotas nos Arcos (SARP – Sectoring-Arc Routing Problem) adequa-se à modelação de actividades relacionadas com ruas de regiões urbanas, tais como a recolha de lixo porta-a-porta. O SARP está associado a um grafo misto, onde os arcos e/ou arestas representam vias de passagem ou recolha. Com o SARP, pretende fazer-se a partição deste grafo num dado número de sub-grafos mais pequenos (sectores) e construir viagens em cada sector, de tal forma que a sua duração total seja mínima. Os sectores têm duração limitada conhecida, os resíduos existentes em cada sector são recolhidos por um e um só veículo e a capacidade dos veículos não pode ser excedida em cada viagem. O SARP inclui duas famílias de problemas. Por um lado, a sectorização (ou districting), caracterizada por proceder à partição de uma região grande em regiões mais reduzidas, com o intuito de simplificar a organização das actividades. Por outro, a formação de viagens nos arcos, em particular a versão mista do clássico CARP (problema de rotas nos arcos com restrições de capacidade). A modelação usando o SARP, em comparação com o CARP misto, permite simplificar a recolha de resíduos, na medida em que, idealmente, evita a intersecção de viagens de diferentes veículos. São propostos modelos em programação linear inteira mista e limites inferiores, sendo apresentados e analisados resultados computacionais realizados com

conjuntos de instâncias criadas a partir de outras conhecidas da literatura.

**Palavras Chave:**

*modelos, minorantes, sectorização e rotas*

**Estudo experimental sobre o teste de dominância no problema do trajecto mais curto multi-objectivo**

José Castro, José Luis Santos

O problema do trajecto mais curto é um clássico da optimização combinatória. Tem sido largamente estudado devido ao vasto número de aplicações na vida real, e também por aparecer como sub-tarefa de outros problemas mais complexos. Contudo, em muitas situações actuais exige-se a optimização simultânea de vários critérios, conduzindo-nos ao problema do trajecto mais curto multi-objectivo. Nesse caso, procura-se as soluções óptimas de Pareto - ou não dominadas. Cada trajecto do conjunto de soluções é caracterizado por não existir nenhum outro trajecto, entre o mesmo par de nós, que melhore um dos critérios sem piorar um outro. Este problema pode ser resolvido com uma extensão do algoritmo clássico de rotulação para o caso multi-critério mantendo, para cada nó, os rótulos que não são dominados por nenhum dos rótulos já gerados. O teste de dominância tem aqui um papel crucial sendo a operação responsável pela maior parte do esforço computacional do algoritmo. Este trabalho foca-se na comparação experimental de novas implementações do teste de dominância com as formas tradicionais descritas na literatura. São apresentados resultados computacionais quer em redes artificiais (aleatórias, completas e grelhas) de várias dimensões quer em redes reais. A partir deles, pode-se constatar que as novas implementações permitem reduzir, entre 50% a 90%, o número de comparações realizadas no teste de dominância, reflectindo-se de maneira semelhante no tempo de execução dos algoritmos de rotulação.

**Palavras Chave:**

*ótimo de Pareto, trajecto mais curto, teste de dominância*

**Indicadores para o grau de dificuldade na resolução do problema do trajecto mais curto multi-objectivo**

José Manuel Paixão, José Luis Santos

O problema do trajecto mais curto foi um dos primeiros problemas de optimização combinatória a ser estudado. A sua vasta gama de aplicações em situações reais proporcionou-lhe uma divulgação no meio científico e prático que ainda hoje se mantém. Os objectivos em estudo mais frequentemente considerados são o custo, o tempo, a distância, o consumo, etc. Em muitos problemas actuais, surge a necessidade de considerar vários destes objectivos em conjunto conduzindo-nos ao problema do trajecto mais curto multi-objectivo. Neste problema, em geral, não existe uma única solução que minimize todos os objectivos em simultâneo. Procuramos, deste modo, o conjunto de soluções óptimas de Pareto (SOP). Cada elemento deste conjunto caracteriza-se por não existir nenhum outro trajecto, entre o mesmo par de nós, que melhore um dos objectivos sem piorar um outro. É de notar que o número de SOP é muito variável mesmo em instâncias com as mesmas características, dificultando a comparação de resultados computacionais publicados na literatura. Neste trabalho propomos alguns indicadores que estimam o grau de dificuldade que surge na determinação do conjunto de SOP. Apresenta-se também resultados computacionais em redes do tipo aleatória, completa e grelha. Esta experiência computacional revela que os novos indicadores propostos apresentam melhor coeficiente de correlação com o tempo de execução do que os que são frequentemente citados na literatura.

**Palavras Chave:**

*ótimo de Pareto, trajecto mais curto, coeficiente de correlação*

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Marta Gomes

2C6 - Sala 6

**Avaliação de desempenho 1**

---

### **BESP – Benchmarking de escolas secundárias Portuguesas**

M. C. A. S. Portela, A. S. Camanho, M. Fernandes, D. Borges

O website BESP (Benchmarking de Escolas Secundárias Portuguesas) foi criado no âmbito de um projecto de investigação financiado pela FCT, e desenvolvido em cooperação pela Universidade Católica do Porto, pelo IDMEC - pólo FEUP e pelo INEGI. O BESP é uma plataforma de benchmarking de escolas secundárias Portuguesas cujos objectivos são servir de auxílio à avaliação interna e externa das escolas. Para isso, foram desenvolvidos indicadores de desempenho relativamente aos quais as escolas podem, em tempo real, analisar o seu desempenho em termos comparativos com outras escolas, e analisar a evolução observada em cada indicador ao longo do tempo – e portanto ter uma ideia do sentido da evolução do seu desempenho. Disponibiliza-se ao público em geral a possibilidade de comparar uma determinada escola com outras com base em indicadores construídos utilizando dados de domínio público, nomeadamente os dados provenientes de resultados dos alunos em exames nacionais. Também é possível elaborar listas ordenadas de escolas ('rankings') com base em critérios parametrizáveis pelo utilizador. As escolas podem ter acesso a um conjunto mais alargado de indicadores, o que requer um registo prévio na plataforma e o preenchimento de um questionário on-line para fornecer dados de domínio não público.

**Palavras Chave:**

*benchmarking, school evaluation, performance indicators*

### **Técnicas de Investigação Operacional no Planeamento e Gestão de Centros de Contacto**

Vera M.P. Mateus, Maria da Conceição da Fonseca, António J.L. Rodrigues

Os centros de contacto tornaram-se os meios predominantes para as empresas comunicarem com os seus clientes. No presente trabalho, começamos por fazer um levantamento de oportunidades de aplicação de técnicas de Investigação Operacional na resolução de vários problemas que surgem, em geral, no planeamento e gestão de centros de contacto. No caso particular da PT Contact, considerou-se fundamental prever adequadamente os processos de chegada das chamadas e analisar o desempenho de alguns serviços. A previsão do volume de chamadas recebidas é indispensável na gestão eficiente de recursos, humanos e físicos. Para esse fim, considerou-se oportuno testar diferentes formas de aplicação do bem conhecido método de alisamento exponencial de Holt-Winters. Assim, foram realizadas várias experiências: previsões agregadas vs desagregadas, previsões considerando proporções, e previsões de séries temporais observadas semanalmente, com efeitos sazonais mensais. Um dos objectivos mais importantes dos centros de contacto é garantir excelência no atendimento aos clientes. Assim, foi testada a aplicação da metodologia DEA (Data Envelopment Analysis), procurando avaliar a eficiência operacional dos serviços prestados na PT Contact, e procurando identificar as principais oportunidades de melhoria.

**Palavras Chave:**

*Gestão de recursos, Previsão de séries temporais, Análise de desempenho*

### **Eficiência dos serviços de água portugueses**

Pedro Carvalho, Pedro Simões, Rui Cunha Marques

Os serviços de abastecimento de água são, incontornavelmente, essenciais ao bem-estar dos cidadãos e à saúde pública. Paralelamente à importância do sector, cresce o seu peso na economia de Portugal. Com efeito, a procura pelas melhores práticas e pela eficiência e inovação deve ser uma realidade entre os operadores. Este artigo procura avaliar o desempenho dos serviços de água portugueses, recorrendo a técnicas de benchmarking. A amostra utilizada compreende 66 operadores do serviço de abastecimento de água, na vertente em “baixa” (distribuição de água), em Portugal, abrangendo todas as entidades concessionárias (operadores privados), empresas municipais, empresa pública (EPAL, Lisboa) e serviços municipalizados. A amostra considerada representa cerca de 60% da população portuguesa. Os resultados mostram níveis de ineficiência preocupantes, reflectindo elevados recursos (monetários) desperdiçados.

#### **Palavras Chave:**

*Água, eficiência, Portugal*

### **Performance dos Serviços de Resíduos Urbanos Portugueses**

Pedro Simões, Rui Cunha Marques

O presente estudo pretendeu avaliar a eficiência dos referidos 29 operadores dos serviços de resíduos urbanos em “alta”, abrangendo a totalidade da população portuguesa continental. A eficiência foi medida recorrendo a uma técnica não paramétrica de benchmarking de data envelopment analysis (DEA), enquanto a produtividade foi calculada utilizando a técnica “produtividade total dos factores”, usando para o efeito os dados relativos ao ano de 2008. O modelo de DEA adoptado contempla como inputs os custos de operação e manutenção (OPEX) e os custos de capital (CAPEX), enquanto como outputs foram considerados os resíduos sólidos reciclados e os resíduos sólidos tratados.

#### **Palavras Chave:**

*Resíduos urbanos, eficiência, produtividade*

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: João Paulo Costa

2C7 - Sala 7

**Apoio à decisão 1**

### **A técnica de bootstrap na comparação de métodos de regressão ordinal usados na medição da satisfação de clientes**

Isabel M. João, Carlos A. Bana e Costa

Este artigo compara os resultados obtidos por dois métodos de regressão ordinal aplicados em estudos de medição da satisfação de clientes. A avaliação da satisfação de clientes pode ser entendida como um problema de análise multicritério em que a satisfação global depende de várias dimensões da qualidade do serviço. A modelação matemática aditiva do problema é diferente nos dois métodos, com distintas funções –objectivo, mas ambos estimam funções de satisfação global e parciais baseadas em julgamentos qualitativos dos clientes sobre a qualidade de serviço nos vários critérios, bem como os pesos destes. Para comparar os resultados obtidos utilizou-se a análise de bootstrap e gerou-se um total de 10000 amostras bootstrap a partir do conjunto de dados inicial. A análise dos histogramas dos pesos dos critérios para o conjunto das 10000 amostras mostra que a estabilidade dos resultados não é a mesma nos dois métodos.

#### **Palavras Chave:**

*regressão ordinal, análise bootstrap, satisfação de clientes*

### **Análise multicritério para a análise e selecção de um sistema de planeamento de rotas**

Teresa Pereira, Maria do Sameiro Carvalho

A escolha de Sistemas de Informação/Tecnologias de Informação (SI/TI) é, cada vez mais, um factor crítico de sucesso no desempenho da empresa, uma vez que, por envolver diversos decisores, com objectivos muitas vezes conflituosos, torna-o particularmente complexo. O objectivo principal

deste trabalho é comparar os diversos sistemas de planeamento de rotas, usando uma metodologia multicritério de apoio à decisão em grupo. O sistema utilizado – MMASSI/TI – Metodologia Multicritério para Apoio à Selecção de SI/TI – integra um modelo multicritério que visa proporcionar a aplicação de uma abordagem sistemática no processo de escolha com vários decisores, capaz de produzir recomendações sustentadas relativamente à solução a adoptar. A sua aplicação a um caso de estudo permitiu identificar os factores relevantes no processo de selecção e obter uma solução que permite comparar a qualidade das diversas alternativas.

#### **Palavras Chave:**

*Análise Multicritério, Sistemas de gestão de informação, Gestão de planeamento de rotas*

### **Uma formulação com desigualdades adicionais para um problema de escalonamento de actividades com recursos flexíveis**

Isabel Correia, Lídia Lampreia Lourenço, Francisco Saldanha-da-Gama

O problema estudado neste trabalho consiste numa generalização do clássico Resource Constrained Project Scheduling no qual os recursos são flexíveis, o que significa que, cada recurso possui várias valências. Contudo, cada recurso poderá contribuir apenas com uma valência para a execução de uma actividade. Para cada actividade é conhecido o número de recursos necessários para cada valência requerida na execução da actividade.

Para este problema é proposta uma formulação em programação linear interia mista, a qual é reforçada com vários conjuntos de desigualdades adicionais. Devido ao facto de algumas das



desigualdades propostas dependerem de um limite superior válido para o valor óptimo do problema é, ainda, proposto um procedimento heurístico para obtenção de soluções admissíveis para o problema. São apresentados resultados de um experiência computacional realizada com base em instâncias geradas aleatoriamente. Os resultados obtidos são demonstrativos de que o modelo apresentado com a inclusão das desigualdades adicionais pode ser resolvido de forma eficiente por um software comercial quando consideradas instâncias de dimensão aceitável de um ponto de vista prático.

**Palavras Chave:**

*Planeamento de projectos, Recursos Flexíveis, Programação Linear Inteira-Mista.*

**SSM as a tool to build a decision support model for the location of a freight village**

José António Águas, Carlos Henggeler Antunes

This paper describes the use of Soft System Methodology (SSM) as a problem structuring tool, paving the way for the development of a decision support model in the process of planning the location of a freight village. The SSM approach contributed with a deeper understanding of the problematic situation, the identification of the main stakeholders and their relations, in a complex setting involving several Government bodies, municipalities, regional agencies, companies, in the presence of legal, technical, social, economical, and environmental aspects. The SSM analysis enabled to uncover, clarify and structure issues relevant for the development of a multi-criteria model to provide decision support.

**Palavras Chave:**

*Logistics, transportation, freight villages, soft systems methodology (SSM), multi-criteria*

**Clustering multicritério: Uma extensão do Algoritmo Hierárquico**

Clara Rocha, Luis Dias

Na Classificação Multicritério o principal objectivo é a atribuição de acções a classes pré-definidas. Nestas aproximações, nomeadamente nos métodos de classificação ordinal, é normalmente assumido que as classes são conhecidas a priori ou podem ser identificadas pelo decisor. No contexto da Decisão Multicritério, este trabalho aborda a aplicação de técnicas Clustering na descoberta não só das próprias classes mas também das possíveis relações que possam existir entre elas, considerando relações de preferência transitivas e não necessariamente completas entre as classes. Formalmente, uma relação de ordem parcial é definida entre as classes: uma classe pode ser melhor ou pior em comparação com determinadas classes, mas também pode ser incomparável a outras classes. Uma extensão do Algoritmo Hierárquico de clustering para este tipo de problemas será discutida.

**Palavras Chave:**

*Análise de Decisão Multicritério, Clustering, Ordens parciais.*

Segunda-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: João Telhada

2C8 - Sala 8

Escalonamento

### **A general multi-objective heuristic approach for operations scheduling**

Jorge Pinho de Sousa, Luís Guardão

Scheduling problems are becoming more and more important, in particular when considered as part of broader planning systems. However the basic versions of these problems (such as the traditional job-shop model) are in general unable to model the complexity of real situations. In this work we have developed a flexible, multi-objective scheduling system, capable of tackling some natural extensions of the classic job-shop problem, and efficiently produce good quality, implementable schedules. For this purpose, a simple general framework has been developed that works at two levels. In a first phase jobs (production orders) are sequenced, by using hybrid randomized constructive heuristics, composed in a way that reflects the importance of the different objectives, as expressed by the planner. In a second phase a scheduling algorithm creates a plan for the operations, based on the sequences previously constructed. Neighborhood structures are used to improve the sequences, in a kind of randomized local search metaheuristic procedure. The developed algorithms have been embedded in a Decision Support System constructed around a powerful, interactive Gantt chart. This DSS is integrated with a broader ERP system, and has been successfully implemented in more than 20 industrial companies.

#### **Palavras Chave:**

*Operations scheduling, Multi-objective metaheuristics, Decision Support Systems*

### **Escalonamento de tarefas com restrições múltiplas nos recursos – Caso prático aplicado à Manutenção Preventiva de navios da Marinha de Guerra Portuguesa**

Humberto Duarte Afonso, João Telhada

Pretende-se apresentar um caso prático de escalonamento de tarefas com um conjunto de recursos humanos limitados e com diferentes especializações. Trata-se de uma situação híbrida entre um MRCPSP (Multi-Resource Constraint Project Scheduling Problem) e um Task Scheduling Problem. Serão exibidas abordagens analíticas baseadas em programação inteira mista, cujo objectivo visa servir de base para um sistema de apoio à decisão na área de manutenção planeada aplicada a navios. Com a informação obtida, o gestor terá uma melhor percepção da realidade, uma melhor gestão de stocks e a minimização dos períodos de paragens para manutenção dos navios abrangidos por este programa. No caso prático em questão, dispõe-se de um conjunto de tarefas devidamente identificadas. Essas tarefas serão realizadas por recursos, que poderão, ou não, pertencer ao mesmo grupo de especialização. Em algumas situações será necessário agrupar indivíduos de diferentes especializações num mesmo intervalo temporal de execução da tarefa. Pelo facto da maioria das tarefas carecer de diferentes recursos no decurso da sua execução, em quantidades e durações distintas, optou-se por dividi-las em sub-tarefas elementares, no sentido em que cada uma tem um conjunto bem definido de recursos necessários. Essa divisão das tarefas conduziu à necessidade de introduzir o conceito de precedência estrita, uma vez que não é permitido interromper uma tarefa. Serão apresentados resultados computacionais que permitem comparar as abordagens propostas.

#### **Palavras Chave:**

*Gestão de Projectos, Programação Inteira Mista*

### **Optimised search heuristic combining valid inequalities and tabu search**

Susana Fernandes, Helena R. Lourenço

This paper presents an Optimised Search Heuristic that combines a tabu search method with the verification of violated valid inequalities. The solution delivered by the tabu search is partially destroyed by a randomised greedy procedure, and then the valid inequalities are used to guide the reconstruction of a complete solution. An application of the new method to the Job-Shop Scheduling problem is presented.

**Palavras Chave:**

*Optimised Search Heuristic, Tabu Search and GRASP, Job Shop Scheduling*

para problemas reais tende a aumentar significativamente a dimensão das respectivas formulações matemáticas, em termos do número e tipo de variáveis e equações, originando problemas de difícil resolução. Por outro lado, a representação discreta do tempo pode não conseguir modelar adequadamente situações de operação contínua ou semi-descontínua. Neste contexto a necessidade de utilizar modelos mais eficazes e flexíveis tem conduzido à exploração do conceito da representação da dimensão tempo de forma contínua. Nesta comunicação propõem-se um algoritmo que hibridiza técnicas utilizadas em algoritmos do tipo Simulated Annealing com a metodologia de multi-start dos algoritmos GRASP e que é implementável em problemas de escalonamento em tempo contínuo. O algoritmo funciona de forma dinâmica, ajustando-se à instância em análise e manipulando o factor tempo de forma contínua. Apresentam-se também resultados de testes computacionais em algumas instâncias pequenas referidas na literatura.

**Palavras Chave:**

*Meta-heurísticas, Escalonamento, RTN*

### **Meta-Heurísticas e Escalonamento em tempo contínuo: Propostas para um Modelo Dinâmico**

Nelson Chibeles Martins, Ana Paula Barbosa-Póvoa, Augusto Q. Novais

Os problemas de escalonamento envolvem sequências de operações elementares que deverão ser realizadas com partilha de equipamentos e restantes recursos disponíveis, de forma a obter-se um ou vários produtos, satisfazendo critérios tão diversos como datas de entrega, tempos de produção, etc. A determinação da afectação das várias operações aos equipamentos, e a ordem pela qual deverão ser executadas é, nestas condições, um problema de Optimização Combinatória com elevado nível de intractabilidade, estando muitas das suas variantes classificadas como NP-difíceis. Deste modo, a abordagem de problemas de escalonamento com recurso a técnicas heurísticas surgiu como uma alternativa a explorar. Na maioria dos trabalhos publicados assume-se que a dimensão tempo é discreta ou que pode ser discretizada. Todavia esta abordagem

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Guilherme Pereira

3A1 - Sala 1

Escalonamento e sequenciamento 2

### **Heuristic batch sequencing for multiproduct pipeline scheduling**

Suelen Neves Boschetto, Susana Relvas, Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa, Flávio Neves Junior

This paper addresses the problem of developing a heuristic procedure to aid the operational decision-making of scheduling activities in a multiproduct pipeline. The pipeline connects a refinery and a tank farm, transporting six different oil products. The pipeline scheduling is obtained through the solution of a continuous time Mixed-Integer Linear Programming (MILP) model presented by Relvas et al. (2006). The sequence of products considered by the scheduling model is built considering typical batch volumes, capacity limits, daily products' demand, product quality constraints, initial inventory and the settling period constraints. Due to the complexity of the pipeline scheduling model a high computational burden is observed in solving the MILP model. In order to diminish this computational burden a heuristic procedure is developed in this paper, which defines the sequence and volumes of products. These results are used as inputs by the MILP model. Such heuristic explores the characteristics of the problem and accounts for the product delivery time windows so as to create the appropriate pumping sequence. Through the use of the heuristic the impact on the CPU time is strongly reduced and the MILP model can find optimal solutions for the given sequence in few seconds. The presented solution strategy is applied to a real world system provided by a Portuguese oil products distribution company – Companhia Logística de Combustíveis (CLC).

#### **Palavras Chave:**

*scheduling, heuristic, multiproduct pipeline*

### **Escalonamento de imagens de satélite: resolução com programação inteira**

Miguel Fragoso Constantino, Glaydston Mattos Ribeiro, Luiz Antonio Nogueira Lorena

Os satélites de observação da Terra, tais como o SPOT-5, obtêm imagens de acordo com um plano de encomendas de clientes. A programação diária da tomada das imagens é um problema de otimização combinatória conhecido na literatura como "daily photograph scheduling problem" (DPSP). O DPSP consiste na seleção de um subconjunto de fotografias a partir de um conjunto de candidatos, a serem obtidas por diferentes câmaras, maximizando uma função lucro e satisfazendo um grande número de restrições. Neste artigo, apresentamos uma formulação em programação inteira fortalecida com base em desigualdades válidas obtidas no contexto dos poliedros de sistemas de independência. Usando esta formulação e um "solver" de programação inteira comercial, foram resolvidas num curto espaço tempo de computação todas as instâncias de um conjunto de referência da literatura.

#### **Palavras Chave:**

*Programação Inteira, desigualdades válidas, escalonamento de imagens de satélite*

### **Furnace scheduling in a foundry**

Paula Cerqueira, Luís Dias, José A. Oliveira, Guilherme Pereira

This paper presents a two-phase heuristic methodology to the production scheduling of a foundry. The first phase covers up a packing problem, in which is grouped together the set of orders, by the type of alloy in well defined dimension groups. On the second phase is solved a knapsack problem in a defined time horizon, where the furnaces set is processed in order to exhaust the daily capacity melting installed. A software tool was developed to implement the algorithm on Microsoft Office Excel 2007, using the VBA language. The results were very good and considerably better than those achieved in real production, for the same list of orders.

**Palavras Chave:**

*scheduling, heuristics, production management*

### **Greedy randomized (GR) dispatching heuristics for the single machine scheduling problem with quadratic earliness and tardiness penalties**

Maria do Rosário Moreira, Jorge Miguel Silva Valente

In this paper, we present GR dispatching heuristics for the single machine scheduling problem. The several heuristic differ on the strategies involved in the construction of the GR schedules and on whether they employ only a final improvement step, or perform a local search. They were compared with existing procedures, as well as with optimum solutions for some instance sizes. The computational results show that the proposed procedures clearly outperform their underlying dispatching heuristic, and the best of these procedures provide results that are quite close to the optimum.

**Palavras Chave:**

*scheduling, early/tardy, heuristics*

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Agostinho Agra

3A2 - Sala 2

Planeamento e operações 2

---

### **Comparação de heurísticas para o problema da gestão óptima da diversidade**

Cristina Requejo, Agostinho Agra, Jorge Orestes Cerdeira

O problema da gestão óptima da diversidade ocorre na indústria automóvel. Cada opção automóvel (ar condicionado, GPS, ...) é activada através de ligações físicas de cobre. Chama-se configuração a um conjunto de opções activadas. Por razões práticas o número de diferentes configurações é limitado. Assim, é entregue a cada cliente um automóvel com as configurações mínimas que permitem efectivar as opções por ele encomendadas. Dados o limite máximo de configurações a produzir, o custo das conexões físicas correspondente a cada opção e estimativas da procura das diferentes opções, o problema da gestão óptima da diversidade consiste em escolher as configurações a produzir e, para cada conjunto de opções escolhidas, qual a configuração a ser entregue de modo a minimizar a soma dos custos adicionais (diferença entre os custos das configurações fornecidas e das opções pedidas). Este problema é NP-difícil e o número de configurações em consideração é em geral elevado, por vezes da ordem dos milhões. Nesta apresentação descrevemos os principais resultados de um estudo computacional que compara os desempenhos de diferentes heurísticas que desenvolvemos para a resolução do problema.

#### **Palavras Chave:**

*Gestão óptima da diversidade, p-mediana*

### **Problemas combinatórios que ocorrem na configuração de cablagens automóveis**

Agostinho Agra, Jorge Orestes Cerdeira, Ana Sofia Ramos

Vários problemas combinatórios ocorrem na configuração de cablagens automóveis. Nesta apresentação abordamos os seguintes problemas: (i) determinar uma configuração, isto é, o lado (esquerdo ou direito) a que cada fio deve ficar unido na junção eléctrica que une três ou mais fios de modo a satisfazer um conjunto de restrições técnicas, (ii) determinar a localização das junções eléctricas na cablagem, (iii) determinar um subconjunto de cardinalidade máxima de configurações distintas de fios (cada configuração pode ser vista como um vector de uns e zeros que indicam se o fio está ou não presente), de entre um conjunto predefinido de configurações, para os quais é possível configurar de modo único cada junção eléctrica. Serão apresentados e discutidos modelos matemáticos e analisadas as complexidades computacionais desses problemas.

#### **Palavras Chave:**

*Optimização combinatória, industria automóvel*

---

### **Métodos expeditos para a localização e configuração de junções eléctricas em cablagens automóveis**

Ana Sofia Ramos, Agostinho Agra, Domingos Moreira Cardoso, Jorge Orestes Cerdeira, Gladys Castilho, Miguel Miranda, Cristina Requejo

No âmbito de um projecto em parceria com a empresa de cablagens automóveis Yazaki Saltano de Portugal, Lda está a ser desenvolvido pelo Centro de Estudos em Optimização e Controlo uma aplicação computacional para a determinação da localização de junções eléctricas na cablagem automóvel e sua configuração de modo a minimizar o custo global dos fios de cobre utilizados dentro da cablagem. Cada junção eléctrica une três ou mais fios e a sua configuração consiste na determinação do lado que cada fio deve entrar na junção eléctrica de modo a satisfazer um conjunto de restrições técnicas. Serão apresentados os métodos implementados e os resultados obtidos com os dados fornecidos pela empresa.

**Palavras Chave:**

*Optimização combinatória, industria automóvel*

### **Um modelo de PLMO para o planeamento energético sustentável com coeficientes intervalares**

Carla Margarida Saraiva de Oliveira Henriques, Carlos Henggeler Antunes

Os modelos de programação linear multiobjectivo (PLMO) baseados na estrutura linear das relações de produção inter/intra-industriais são utilizados para o estudo das interacções entre a economia, a energia e o ambiente. Estes modelos permitem aos agentes de decisão (AD) contemplar diversos eixos de avaliação relacionados com estratégias energéticas sustentáveis, o crescimento económico, o bem-estar social e as preocupações ambientais. Deste modo, os AD beneficiam de uma ferramenta de análise que permite determinar os impactes ambientais decorrentes de alterações verificadas no nível das actividades económicas, que poderão estar assentes em políticas distintas. Contudo, na maioria dos problemas reais, os coeficientes destes modelos não são exactamente conhecidos, porque os dados são escassos e o sistema a modelar pode estar sujeito a alterações. Neste contexto, a programação intervalar é uma abordagem interessante para o tratamento da incerteza neste tipo de modelos, porque requer apenas informação acerca da gama de variação dos coeficientes incertos. Assim, propomos um modelo de PLMO com coeficientes intervalares baseado em análise input-output, para o estudo das interacções entre a economia nacional, o sistema energético e os impactes ambientais, de modo a auxiliar os AD a identificar soluções robustas, ou seja, soluções que se comportem bem em diferentes cenários de coeficientes do modelo.

**Palavras Chave:**

*PLMO, análise input-output, programação intervalar*

Terça-feira, das 9:30 às 11:15  
Moderador: Adelaide Cerveira

**3A3 - Sala 3**  
**Optimização 2**

---

**Um Algoritmo de Pesquisa em Árvore com Limites para um Modelo de Localização Não-Linear**

Luís Merca Fernandes, Joaquim J. Júdice, António Pais Antunes, Hanif D. Sherali

Nesta comunicação é discutido um modelo de localização discreto que tem como objectivo determinar o número, a localização e a dimensão dos equipamentos maximizando a procura. É assumido que a procura dos serviços oferecidos pelos equipamentos é sensível à distância e à atractividade dos equipamentos. É introduzida uma formulação de Optimização Não Linear Mista (MINLP) e um algoritmo de pesquisa em árvore com limites (branch-and-bound) que se prova possuir convergência para um óptimo global. É apresentada alguma experiência computacional com uma implementação do algoritmo em GAMS/MINOS para ilustrar a eficiência e eficácia do algoritmo.

**Palavras Chave:**

*Programação Não-Linear, Optimização Global, Modelo de Localização*

**Problema de Optimização do Desenho Topológico de Estruturas Discreto**

Adelaide Cerveira, Agostinho Agra, Fernando Bastos, Joaquim Gromicho

Nesta apresentação considera-se o problema de optimização do desenho de estruturas em que a área da secção transversal das barras pode assumir um número finito de valores positivos. O objectivo é determinar os valores da área da secção transversal das barras que constituem a estrutura de volume não superior a um dado valor que, quando sujeita à acção de um conjunto de forças exteriores, corresponda à menor deformação. Este problema é resolvido aplicando o método de branch and bound, onde são consideradas várias estratégias para melhorar o seu desempenho. No cálculo de limites inferiores resolvem-se relaxações do problema que são formuladas como problemas de programação semidefinida. São apresentados e discutidos resultados computacionais.

**Palavras Chave:**

*desenho topológico de estruturas, método de branch and bound, programação semidefinida*



**Um Algoritmo Enumerativo Paramétrico  
para o Problema de Programação  
Matemática com Restrições de  
Complementaridade**

Isabel Martins Ribeiro, Joaquim João Júdice

Programação Matemática com Restrições de Complementaridade (PMRC) é uma das áreas mais importantes da optimização, não só pelo seu elevado número de aplicações, mas também pela sua importância para a determinação de óptimos globais de vários problemas de optimização NP-difíceis. Nesta comunicação é apresentado um novo algoritmo enumerativo paramétrico para o cálculo de um óptimo global de um PMRC e são discutidas a sua convergência teórica e a sua implementação em GAMS/MINOS. É apresentada alguma experiência computacional na resolução de alguns problemas de optimização global a partir das correspondentes formulações PMRC, que ilustra a eficiência e eficácia do algoritmo para esse objectivo.

**Palavras Chave:**

*Optimização Global, Complementaridade,  
Programação Matemática com Restrições de  
Complementaridade.*



Terça-feira, das 9:30 às 11:15

**3A4 - Sala 4**

Moderador: Ruy Costa

**TransporLis**

---

Sessão organizada pela ANA - Aeroportos de Portugal, SA (patrocinador do IO 2009)

## Projecto TransporLis: multimodalidade nos transportes de Lisboa

### **Apresentação do projecto TransporLis**

Mário Vicente da Silva ( ANA )

### **O TransporLis do ponto de vista de um operador de transportes públicos**

Carlos Maia ( Carris )

Apresentação coordenada com o TransporLis que abordará a importância de uma solução como o TransporLis para um operador de transportes públicos.

### **O TransporLis do ponto de vista de um operador de telecomunicações**

Maria Bonnet ( PT - SAPO )

Apresentação coordenada com o TransporLis que abordará a importância de uma solução como TransporLis para um parceiro tecnológico.

Segue-se um período de discussão de 30 minutos.

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Margarida Vaz Pato

3A5 - Sala 5

Rotas 2

---

### **Optimização de Fluxos Inbound num TIER2 da Indústria Automóvel**

Lia Coelho de Oliveira, Manuel C. Figueiredo, Rui M. Lima

Na actualidade, as organizações industriais direccionam cada vez mais esforços para o controlo e redução de custos como forma de responder à crescente competitividade dos mercados. Este trabalho é direccionado para a redução dos custos logísticos, mais concretamente apresenta um modelo que pretende reduzir os custos associados à recolha de matérias-primas (Fluxos Inbound) numa empresa TIER2 da indústria automóvel. A redução destes custos torna o preço do produto final mais apetecível aos olhos do consumidor. O trabalho desenvolvido pretende dar um contributo inovador no âmbito desta área de investigação, propondo um modelo que permite construir circuitos de recolha da matéria-prima e avaliar a sua eficiência. No âmbito deste estudo analisaram-se alguns algoritmos de optimização de rotas de veículos que serviram de base à construção de um sistema de apoio à elaboração das rotas.

#### **Palavras Chave:**

*Supply Chain Management, Route, Vehicle Routing Problem*

### **A multi-product, multi-depot vehicle routing problem in a reverse logistics system: comparative study of an exact formulation and a heuristic algorithm**

Tânia Rodrigues Pereira Ramos, Maria Isabel Gomes-Salema, Ana Paula Barbosa-Povoa

This paper aims to support tactical decisions in a recyclable waste collection system design through the definition of service areas in systems with more than one depot. Three types of recyclable materials are to be collected, so the problem under study is the multi-product, multi-depot vehicle routing problem. A mixed-integer linear programming model is formulated considering two alternatives constraints to eliminate subtours (Miller-Tucker-Zemlin and the Subtour Formulations). A heuristic approach to define service areas, based on the concept of borderline nodes, is also described and the solutions obtained are compared with the optimal solutions from the regular branch-and-bound method.

#### **Palavras Chave:**

*Vehicle routing problem, MILP formulation, Heuristic*

---

**Algoritmos exactos para o Problema de Planeamento de Rotas com diferentes restrições de serviço**

Rita Alexandra Santos Gonçalves de Macedo,  
Cláudio Manuel Martins Alves, José Manuel  
Vasconcelos Valério Carvalho

Neste trabalho analisa-se um problema de planeamento de rotas com restrições adicionais, relacionado com a recolha de desperdícios de madeira em áreas urbanas. Considera-se que o depósito é único e a frota homogénea. Os clientes, que representam pontos de recolha, estão divididos em dois grupos, sendo que apenas um dos grupos é obrigatoriamente visitado. A visita aos outros clientes só é eventualmente efectuada se as necessidades mínimas de recolha de desperdícios assim o justificarem. É usado um algoritmo exacto de partição e geração de colunas, com cortes, para resolver o problema inteiro. O modelo de geração de colunas é uma decomposição de Dantzig-Wolfe de um modelo de fluxos em arcos, cujas variáveis são usadas no esquema de partição. São aplicadas técnicas de estabilização dinâmicas ao algoritmo de geração de colunas e utilizadas funções duais válidas para derivar cortes válidos a partir de restrições implícitas do modelo.

**Palavras Chave:**

*Planeamento de rotas, Algoritmos exactos,  
Geração de Colunas*

**Optimização de um Problema Distribuição de uma Empresa Portuguesa**

Ana Moura, Andreas Bortfeldt

Este trabalho apresenta uma aplicação, Packing and Routing Optimizer (PRO), desenvolvida para uma empresa Portuguesa. A empresa comercializa e produz artigos sanitários para o sector da construção civil e tem uma grande carteira de clientes nacionais e internacionais. A aplicação PRO tem dois objectivos fundamentais directamente relacionados com a distribuição diária dos bens. A distribuição é efectuada em dois locais distintos. Um deles denominado Fábrica, de onde são directamente servidos todos os clientes internacionais, e o outro Centro de Logística, que serve todos os clientes Portugueses. Na Fábrica, existem diferentes problemas de empacotamentos e para a sua resolução é utilizada uma abordagem com duas fases onde é feito o empacotamento de um conjunto de caixas em paletes e posteriormente o empacotamento das paletes nos veículos. No Centro de Logística, existe um problema de planeamento de rotas e empacotamento em veículos e para sua resolução é utilizada uma abordagem heurística sequencial. A aplicação PRO reverte para métodos heurísticos previamente desenvolvidos pelos autores e que foram adaptados às várias restrições do problema em concreto. Além disso, foi desenvolvido um novo método Branch-and-Bound, para efectuar o empacotamento das paletes nos veículos. Neste trabalho são apresentados alguns resultados numéricos que provam a aplicabilidade e performance destas abordagens, utilizando para isso, dados reais da empresa.

**Palavras Chave:**

*Empacotamentos Tridimensionais, Planeamento de rotas e Empacotamento em Veículos*

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Rui Marques

3A6 - Sala 6

Avaliação de desempenho 2

---

**Avaliação de desempenho de lojas de retalho utilizando um modelo de Data Envelopment Analysis multi-nível**

Clara Bento Vaz, Ana Santos Camanho, Rui Campos Guimarães

Este artigo descreve um método de avaliação de desempenho de lojas de retalho baseado na técnica de Data Envelopment Analysis (DEA). O método desenvolvido tem em conta que as lojas são organizações complexas que agregam várias secções, com alguma autonomia de gestão. Assim, desenvolveu-se um modelo de DEA multi-nível, que considera dois níveis de análise: a loja e as secções que a constituem. A análise do desempenho de cada secção comercial resulta da comparação com secções similares localizadas noutras lojas da cadeia e permite averiguar se existe disparidade no seu desempenho. A avaliação ao nível da loja permite definir objectivos de melhoria de desempenho, tendo em conta que as secções partilham os recursos limitados. Para isso, define-se um modelo de "Network DEA" que permite determinar os níveis óptimos das vendas da loja e que poderá sugerir a realocação de área entre as secções. O método desenvolvido é aplicado a um caso real de uma cadeia Portuguesa de lojas de base alimentar.

**Palavras Chave:**

*Data Envelopment Analysis, Retail, Resource allocation*

**Canonical Correlation Analysis in variable aggregation in DEA**

Armando B. Mendes, Veska Noncheva, Emiliana Silva

In this paper we will document the application of canonical correlation analysis to variable aggregation using the correlations of the original variables with the canonical variates. A case study, about farms in Terceira Island, with a small data set is presented. In this data set of 30 farms we intend to use 17 input variables and 2 output variables to measure DEA efficiency. Without any data reduction procedure several problems known as "curse of dimensionality" are expected. With the data reduction procedures suggested it was possible to conclude quite acceptable and domain consistent conclusions.

**Palavras Chave:**

*DEA, CCA, feature selection and extraction*

### **Eficiência das Prisões Portuguesas**

André Fernandes, Pedro Simões, Rui Cunha Marques

O elevado fardo (económico) que as prisões portuguesas representam para o Estado faz crescer o interesse e atenção neste serviço particular. A avaliação do desempenho, no sentido de procurar as melhores práticas e também como ferramenta de incentivo de uma administração mais eficiente por parte dos gestores, é o foco deste trabalho. Para isto, aplicou-se um conjunto de técnicas de benchmarking. Os resultados ditaram níveis de ineficiência consideráveis, que se reflectem em milhões de euros que poderiam ser salvos ao Estado e, por conseguinte, aos próprios cidadãos portugueses, nomeadamente através de impostos.

**Palavras Chave:**

*Prisões, eficiência, benchmarking*

### **Avaliação de Desempenho dos Hospitais Portugueses**

Pedro Figueiredo, Pedro Simões, Rui Cunha Marques

A procura pelas melhores práticas (best practices) entre os Hospitais é alvo de grande preocupação não só pelos seus utilizadores, mas por todos os stakeholders. O presente artigo propõe-se aplicar técnicas de benchmarking aos hospitais portugueses, com o propósito de cumprir o objectivo referido. Os resultados reflectem níveis de ineficiência consideráveis, ainda que divirjam mediante a técnica utilizada. Embora as técnicas empregues não sejam perfeitas, as mesmas permitem desenvolver rankings entre as várias instalações hospitalares e, deste modo, servir de base de apoio às autoridades, como ferramentas de apoio à decisão.

**Palavras Chave:**

*Hospitais, benchmarking, Eficiência*

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Helena Alvelos

3A7 - Sala 7

Apoio à decisão 2

---

**Identificação de factores determinantes das fugas de radiação e do desalinhamento nos fornos microondas**

Tiago Emanuel Magalhães Teixeira, Rodrigo Miranda Mingatos, Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos

Em processos industriais complexos, onde o número de variáveis que afectam os processos produtivos é elevado, a definição e o controlo dos factores críticos de qualidade revela-se uma tarefa morosa e difícil. Existem, porém, técnicas estatísticas que permitem simplificar este tipo de análise, quer através da redução do volume de dados, quer da identificação das relações entre as diferentes variáveis. Neste trabalho, feito em colaboração com a empresa Teka Portugal SA, estudam-se os factores determinantes das fugas de radiação microondas no forno microondas de 18/20 litros, que podem ser divididos em dois grupos: as características dos diversos componentes do forno (tais como a dobradiça) e as características resultantes das diversas fases do processo do fabrico (tais como a planidade da porta). Adicionalmente, estuda-se a relação entre os mesmos factores e o alinhamento entre a porta e o painel de comandos do forno. A metodologia utilizada recorre à análise factorial com o objectivo de reduzir o número de variáveis relativas ao processo, e à regressão linear múltipla no sentido de inferir acerca das possíveis relações entre as variáveis independentes (relativas aos componentes e ao processo) e a variável dependente: na primeira análise, a intensidade da radiação das fugas e, na segunda análise, o alinhamento entre a porta e o painel de comandos do forno.

**Palavras Chave:**

*Fugas de Radiação Microondas, Factores Críticos de Qualidade, Estatística Multivariada*

**Controlo Estatístico de Processos: Requisitos a incorporar num Sistema de Informação**

Carolina Simões da Costa, Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos

Na comunicação pretende-se apresentar os requisitos para um Sistema de Informação (SI) de apoio ao Controlo Estatístico de Processos (SPC) na indústria. Os requisitos foram definidos utilizando-se duas metodologias: o estudo de aplicações existentes no mercado e a caracterização dos requisitos requeridos pelos utilizadores da indústria. O estudo das aplicações foi feito com base na informação recolhida nas páginas de Internet de divulgação das aplicações e, em alguns casos, na informação facultada pelos responsáveis da qualidade das empresas visitadas. Utilizou-se este mesmo estudo para formalizar uma lista de características funcionais que um sistema desta natureza deverá apresentar e efectuar, com base nessa lista, uma análise às aplicações. Desta forma, obteve-se um quadro síntese das características identificadas em cada aplicação analisada. A caracterização dos requisitos requeridos pelos utilizadores da indústria baseou-se em entrevistas realizadas aos responsáveis da qualidade de algumas empresas, o que permitiu, não só conhecer os requisitos, mas também, perceber a forma como o SPC está implementado na prática. Com base nos resultados destas duas abordagens, definir-se-á um conjunto de requisitos a incorporar num sistema de informação de apoio ao Controlo Estatístico de Processo na indústria.

**Palavras Chave:**

*Controlo Estatístico de Processos, Sistema de Informação*



Terça-feira, das 9:30 às 11:15

3A7 - Sala 7

**Sistema de Apoio à Decisão Espacial (SADE) com capacidades representativas e analíticas flexíveis e configuráveis – Aplicações à modelação e resolução sistematizadas de problemas de decisão**

Luís Alçada-Almeida, João Coutinho, Lino Tralhão

Desde a apresentação do conceito de SADE que a sua concretização computacional se traduziu em sistemas com modelos rígidos de dados e processos orientados pelo problema a abordar e onde as possibilidades de reutilização são nulas. Esta comunicação propõe um SADE com as seguintes abordagens inovadoras: Modelo de dados rígido do ponto de vista “físico”, mas com capacidades ilimitadas de representação lógica. Esta dualidade constitui um padrão no desenvolvimento integrado de processos computacionais e responde à extrema diversidade que caracteriza as entidades relevantes para os problemas de decisão.

- Isolamento das primitivas funcionais num servidor de algoritmos de largo espectro (Multicritério, Programação Linear, Redes, Análise Espacial, etc.) para uma gestão centralizada, e não redundante, do desenvolvimento computacional e do dimensionamento racional das especificações do servidor.

- Interface de alto nível para tornar intuitivos os algoritmos, sistematizando a geração e resolução de modelos de problemas e as comunicações com o servidor de algoritmos e com o utilizador. São ultrapassadas as dificuldades clássicas na produção e manutenção de sistemas com largo espectro de aplicação. O desenvolvimento não condicionado pelas estruturas específicas, mas antes pelas respectivas definições dinâmicas e auto-contidas, permite que a complexidade dos sistemas não aumente com o alargamento do seu domínio. Os administradores podem ampliar indefinidamente o âmbito dos programas, sem a intervenção dos programadores.

**Palavras Chave:**

*Estruturas de Dados Evolutivas, Geração de Modelos de Problemas, Rentabilização do Desenvolvimento Computacional*

**RAMS – Um sistema multicritério de apoio à decisão de afectação de recursos**

João Carlos Lourenço, Carlos A. Bana e Costa, Alec Morton

Nesta comunicação apresenta-se um novo software multicritério que permite identificar portefólios eficientes de projectos na presença de várias áreas de investimento, diferentes tipos de restrições (financeiras, estruturais, etc.), sinergias e outros tipos de interdependências entre projectos. Adicionalmente o software permite incorporar elementos de incerteza relativos aos parâmetros do modelo e analisar as respectivas consequências no que concerne à decisão de selecção de um portefólio. Será apresentado um exemplo demonstrativo das funcionalidades do software que serão comparadas com as de outros pacotes de software desenvolvidos para o mesmo fim.

**Palavras Chave:**

*Afectação de recursos, selecção de portefólios de projectos, análise multicritério*

**HAM for architectural choices in software development**

Afonso Pimentel, Catarina Gomes, Rita Ribeiro, Ana Moreira, João Araújo

In this work we discuss the suitability and flexibility of a new multi-criteria method, called Hybrid Assessment Method (HAM) for supporting decisions in aspect-oriented software development. Specifically, HAM is presented with an illustrative example of selecting the software architecture for a Space Weather Decision Support application.

**Palavras Chave:**

*Multi-Criteria Decision Making, Hybrid Assessment Method, Software Architectures*

Terça-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: José Fernando Oliveira

**3A8 - Sala 8**

**Corte e empacotamento 1**

---

### **Leather Nesting in the Automotive Industry**

Pedro Brás, Cláudio Alves, José Valério de Carvalho

In our study, we address a leather nesting problem in the context of an automotive company. In this problem, irregular shapes (car seats components) have to be packed within the boundaries of another larger shape (natural leather hide). The problem approached is defined over two dimensions, and all the shapes are considered to be irregular and contain different quality zones due to the natural origin of leather hides. Two different computational approaches to solve this problem are presented: a constructive algorithm and a genetic algorithm. We discuss different aspects of these procedures and explain the strategic options on which they are based.

We also briefly describe the no-fit polygon method used by both algorithms that guarantees valid placements in the larger shapes.

#### **Palavras Chave:**

*leather nesting, genetic algorithms, constructive algorithms*

### **Container Stowage Problem Solution for Short Sea Shipping**

Paulo Triunfante Martins, Victor Lobo, Valter Vairinhos

This paper presents an analysis of the container stowage problem of small container ships used in short-sea shipping. Contrary to ocean-going container ships, smaller vessels are much more sensitive to stability and structural constraints, making the solution method selection much harder among the different available ones. A genetic algorithm implementation is proposed to solve this kind of problem. The results gathered using this method, on a very simple problem, are validated against known mathematical approaches.

#### **Palavras Chave:**

*genetic algorithms, short sea shipping, container stowage problem*

**Uma Heurística Construtiva para o Problema da Minimização da Área da Envolvente Rectangular no Posicionamento de Rectângulos**

Marisa J. Oliveira, Eduarda Pinto Ferreira, A. Miguel Gomes

O problema de minimizar a área da envolvente rectangular no posicionamento de rectângulos (MAPR) pertence a uma classe mais abrangente de problemas de optimização combinatoria: os problemas de cortes e empacotamento. Estes problemas são problemas combinatorios com uma forte componente geométrica. Dada a sua natureza combinatoria, as técnicas exactas não são capazes de lidar com instâncias de grande dimensão de forma eficiente pelo que se torna indispensável o uso de heurísticas. O problema MAPR é um problema bidimensional, conhecido por ser NP-difícil, que surge em vários contextos tais como nos circuitos Very Large Scale Integration (VLSI) e em arranjos físicos (FL). Nestas aplicações reais, para além dos problemas de cortes e empacotamento, existem frequentemente objectivos adicionais tais como minimizar o comprimento do fio, minimizar distâncias, etc. Neste artigo propomos uma heurística construtiva para resolver o problema de minimizar a área da envolvente rectangular no posicionamento de rectângulos. O nosso objectivo é obter boas soluções em tempo computacional razoável.

**Palavras Chave:**

*Cortes e Empacotamento, posicionamento de rectângulos, minimização da área*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

3C1 - Sala 1

Moderador: Maria Eugénia Captivo

Escalonamento e sequenciamento 3

---

**Um modelo de programação linear inteira para o planeamento de cirurgias electivas – análise e comparação de resultados em casos reais**

Inês Marques, M. Eugénia Captivo, Margarida Vaz Pato

O presente trabalho é motivado pela necessidade urgente de racionalização de recursos nos serviços de cuidados de saúde, assim como pelo importante objectivo de redução das listas de espera para cirurgia em Portugal. Será apresentado um modelo de programação linear inteira para marcar cirurgias electivas, cujas soluções são obtidas através de um solver genérico. É comparado um plano semanal real de um hospital de Lisboa com os resultados obtidos através da aplicação do modelo apresentado, considerando dados reais do mesmo hospital.

**Palavras Chave:**

*Cuidados de Saúde, Programação Linear Inteira, Scheduling*

**A Multi-objective Optimization for the Design and Periodic Scheduling of Multipurpose Facilities under uncertainty**

Tânia Rute Pinto-Varela, Ana Paula Barbosa-Póvoa, Augusto Q. Novais

Like most real-world problems, the design of multipurpose batch facilities involves multiple objectives. However the existing literature on the subject has been mainly centred on mono-criterion objectives (Barbosa-Povoa, 2007). Therefore, multi-objective optimisation is a modelling approach that requires further study when applied to such facilities. The best way to deal with various goals simultaneously is to define the efficient frontier which offers the optimal solutions found by multi-objective optimization. In this work, the inspection of the efficient frontier allows the decision maker to select the most satisfactory plant topology with the respective equipment design and storage policies that minimizes the total cost of the system, while maximizing production, subject to operational restrictions. The approach to the detailed design of multipurpose batch facilities with periodic mode of operation, as proposed by Pinto et al. (2005), is now extended to address the problem of uncertainty associated with demand and the incorporation of economic aspects. The uncertainty is treated through a two-stage stochastic model, leading to a MILP formulation. A scenario is set up where the demand is represented by a discrete probability function and a cyclic operation is considered. The  $\epsilon$ -constraint method is employed to handle the multi-objective optimization. An example, where different situations are evaluated is solved and a topology analysis is made.

**Palavras Chave:**

*Design, scheduling, multi-objective, uncertainty*

---

### **A Manufacturing Scheduling Web-based Decision Support System**

Maria Leonilde Rocha Varela, Rita Almeida Ribeiro, Sílvio do Carmo Silva

In this paper we describe a web-based decision support system for manufacturing scheduling based on web services. This system follows a P2P architecture to enable a more decentralized and global manufacturing scheduling environment. The system is structured around a classification notation for scheduling problems. The peers in the network hold methods for solving problems. These methods are selected through the web decision support system for each kind of problem to be solved. Some examples of manufacturing scheduling problems are presented and solved for illustrating the use of the system.

**Palavras Chave:**

*Manufacturing scheduling, web service, decision-support system*

### **Escalonamento de indústrias de produção por encomenda do tipo job shop: modelos de tempo discreto versus tempo contínuo**

Marta Castilho Gomes, Ana Paula Barbosa-Póvoa, Augusto Q. Novais

Neste trabalho comparam-se dois modelos de programação linear inteira mista (MILP) para o escalonamento de tarefas em ambiente de job shop flexível com recirculação e montagem, usando uma função objectivo baseada em datas de entrega. A formulação designada discreta modela o tempo de forma explícita (com um índice temporal) e prescinde de variáveis de afectação, na formulação dita contínua a modelação do tempo é implícita e utilizam-se variáveis binárias na afectação das tarefas. Em ambas são modelados aspectos específicos da indústria dos moldes. Um molde é uma ferramenta especial que dá forma a um material (por exemplo, plástico) que é introduzido numa (ou mais) cavidades onde endurece, assumindo assim a forma da peça desejada. Portugal ocupa um lugar de relevo entre os produtores de moldes a nível mundial. Tanto a recirculação (visita à mesma máquina mais de uma vez) como a montagem de componentes produzidos separadamente para formar o produto final são aspectos do processo produtivo de um molde contemplados nas formulações desenvolvidas. Os modelos são comparados no escalonamento de um sistema job shop baseado em dados reais. O número de tarefas a escalonar varia entre 10 e 40 em dois cenários: (1) máquina única ou (2) duas ou mais máquinas em paralelo, por operação. A principal conclusão é a de que no primeiro cenário a formulação contínua apresenta um melhor desempenho do que a discreta, ao invés, no segundo cenário é a formulação discreta que se revela mais eficiente na obtenção de soluções.

**Palavras Chave:**

*Escalonamento de job shop, programação linear inteira mista (MILP), indústria dos moldes*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Miguel Constantino

3C2 - Sala 2

Planeamento e operações 3

---

### **Restrições de Volume em Problemas de Gestão de Florestas com Restrições Espaciais**

Maria da Conceição Fonseca, Jorge Cadima, Miguel Constantino, Isabel Martins, Mujing Ye

Nos modelos de Programação Inteira para problemas de gestão de florestas com restrições nas áreas das clareiras (ARM), usam-se restrições de volume para impedir um declínio do volume de madeira cortada durante o horizonte temporal. Em geral, estas restrições dificultam a resolução dos problemas ARM e nem sempre garantem um desvio aceitável do volume de madeira cortada do primeiro para o último período. Neste trabalho, propomos duas abordagens de modelação, em Programação Inteira e Programação Multi-Objectivo, para ultrapassar estes obstáculos, e apresentamos um estudo comparativo com florestas reais e hipotéticas.

#### **Palavras Chave:**

*Gestão de Florestas, Programação Inteira, Programação Multi-Objectivo.*

### **Optimização da gestão de um povoamento de pinheiro-bravo, sob o risco de incêndio**

Liliana Catarina Rosa Ferreira, Miguel Fragoso Constantino, José Guilherme Borges

O estudo realizado discute o desenvolvimento de um modelo de optimização de gestão de um povoamento de pinheiro-bravo, de estrutura regular e composição pura, que tem em consideração o risco de incêndio e o tratamento dos matos. A programação dinâmica estocástica é utilizada para determinar a prescrição óptima para o povoamento, ou seja, o calendário de desbastes, comprimento da revolução e tratamento dos matos a efectuar sob o risco de incêndio, de modo a maximizar o valor actual esperado do solo. As probabilidades de ocorrência e de danos de incêndio são introduzidas no modelo para analisar o impacto do risco de incêndio na alternativa de gestão óptima do povoamento. Para isso, são considerados diferentes cenários de ocorrência de incêndio, para cada estágio. A Mata Nacional de Leiria é uma área de pinheiro-bravo e foi utilizada como caso de estudo. Os resultados mostram que o valor máximo esperado para o povoamento diminui, quando o risco de incêndio é considerado. Pode ainda concluir-se que o tratamento dos matos pode contribuir para uma diminuição das perdas geradas pelos incêndios florestais.

#### **Palavras Chave:**

*programação dinâmica estocástica, incêndios florestais*

---

### **Métodos Heurísticos aplicados à Gestão Logística Florestal**

Luís Gonçalves, Alexandra Marques, José António Oliveira, José G. Borges

Este projecto surgiu da necessidade de estudo de sistemas de apoio à decisão táctico operacionais aplicados à gestão florestal mas integrados numa lógica de gestão da cadeia de abastecimento de material lenhoso à indústria de produção de pasta e papel. No âmbito do planeamento operacional florestal deu-se especial atenção aos problemas de optimização do planeamento de operações de exploração e do planeamento de percursos de distribuição do material lenhoso para as unidades fabris. A modelação e resolução deste tipo de problemas encontram-se amplamente estudadas na bibliografia internacional de Investigação Operacional (IO), sendo necessário averiguar a aplicação desses modelos já desenvolvidos às necessidades específicas do parceiro de negócio participante no projecto. No âmbito do projecto procedeu-se à respectiva adaptação de modelos de IO para estes problemas e desenharam-se as heurísticas adequadas à sua resolução. Optou-se por utilizar uma meta-heurística – Simulated Annealing – que fornece a melhor solução encontrada ao fim de um dado número de iterações, por considerar-se que a opção por soluções exactas para o tipo de problemas a tratar conduziria a tempos de optimização muito longos, não compatíveis com as necessidades de um sistema operacional.

**Palavras Chave:**

*Logística, Distribuição e Transporte, Simulated Annealing*

### **Applying Simulated Annealing for harvest scheduling and wood products assortment and assignment to pulp and biomass centers**

Alexandra Marques, José G. Borges

We present an integrated approach for harvest scheduling, product assortment and assignment to transformation centers, under the scope of a Portuguese pulp and biomass industry. The objective is maximizing NPV subject to demand constraints from pulp mills and biomass plants, adjacency constraints and intermediate terminals storing capacities. A MIP formulation is presented. The solution approach encompasses an adaptation of Simulated Annealing. Specifically, it uses a new heuristic procedure to assign values to continuous variables when generating candidate solutions in SA iterations. The model and solution methods were implemented into a Decision Support System. It's alphanumeric and geographical reports are useful for forest operational planning.

**Palavras Chave:**

*forest management, metaheuristics, decision support systems*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Paula Amaral

3C3 - Sala 3

Optimização 3

---

### **Um Algoritmo para Encontrar a Cobertura de k-Cliques em Redes Sociais**

Luís Cavique, Armando B. Mendes, Jorge M.A. Santos

Na análise de redes sociais, uma k-clique é a relaxação de uma clique, i.e., uma k-clique é um quase sub-grafo completo. Um k-clique num grafo é um sub-grafo onde a distancia entre quaisquer par de vértices não é maior que k. A visualização de um pequeno número de vértices é fácil de obter. Contudo, quando o número de vértices aumenta a visualização torna-se incompreensível. Nesta comunicação, propomos uma nova abordagem na extracção de conhecimento em grafos, utilizando k-cliques. O conceito que clique relaxado é estendido para todo o grafo, de forma a ter uma visão geral, ao cobrir a rede com k-cliques. Sequências de coberturas de k-cliques são apresentadas combinando o conceito dos “pequenos mundos” com estruturas com coesão. Resultados computacionais e exemplos são apresentados.

#### **Palavras Chave:**

*extracção de conhecimento em dados, extracção de conhecimento em grafos, redes sociais*

### **Reconhecimento de grafos com número de estabilidade quadrático convexo**

Domingos M. Cardoso, Maria F. Pacheco

São apresentados os principais resultados sobre grafos com número de estabilidade quadrático convexo (que são grafos cujo número de estabilidade pode ser determinado através de técnicas de programação quadrática convexa) e descritas algumas estratégias algorítmicas para o reconhecimento de grafos deste tipo em famílias particulares.

#### **Palavras Chave:**

*Programação convexa, programação contínua em grafos, número de estabilidade*



**Identificação de regiões de interesse em problema de PL inconsistentes**

Paula Amaral

Quando num problema de PL o conjunto das restrições "soft" é inconsistente a primeira questão a colocar é qual o conjunto de restrições "soft" a remover ou a modificar. A escolha das restrições a remover/alterar pode ter impacto na solução e valores óptimos. Assim podem ser definidas diferentes regiões de interesse que podem ser conhecidas pela resolução de um problema de agrupamento. Para resolver esse problema é aplicada uma técnica baseada na decomposição de Benders.

**Palavras Chave:**

*PL Inconsistentes, "Clustering", Decomposição de Benders*

**Lower-bounds for the water irrigation network design problem**

Graça Gonçalves, Margarida Vaz Pato, Luís Gouveia

In this presentation the water distribution network design problem within a pressurized irrigation system is considered along with a mixed-binary nonlinear programming model, whose objective function includes some bilinear terms depending on the continuous variables and others on the binary variables of the model. It also has non-convex functions defining some constraints. First, we present a reformulation of the model with less non-convex terms at the objective function and then convex relaxations of this reformulated model are proposed to provide lower-bounds for the global minimum. Computational results for a set of randomly generated problems will be shown.

**Palavras Chave:**

*Mixed binary nonlinear programming problem, Water distribution network design*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Maria do Carmo Guedes

3C4 - Sala 4

Transportes e mobilidade 2

---

**O problema do trajecto mais curto multi-objectivo – aplicação a um caso real nos transportes urbanos de Coimbra**

Carlos Caçador, José Luis Santos, Luís Teixeira

O problema do trajecto mais curto é um dos problemas de optimização combinatória mais bem estudado. O seu grande impacto na sociedade deve-se essencialmente ao largo espectro de aplicações a ele associado e a existência de algoritmos simples e eficientes para o resolver. A generalização para o caso multi-objectivo é uma extensão natural do problema. Aqui, a cada arco associamos vários custos e pretende-se determinar o trajecto, entre um par de nós dado, que minimize em simultâneo todos os objectivos considerados. Dado que, em geral, os vários objectivos são conflituosos, tal solução não existe. Deste modo, recorre-se as soluções óptimas de Pareto (ou não dominadas) caracterizadas por não existir nenhum outro trajecto, entre o mesmo par de nós, que melhore um dos critérios sem piorar um outro. Apesar do impacto que o problema do trajecto mais curto tem na sociedade e da generalização para a versão multi-objectivo se ajustar melhor às necessidades actuais, as aplicações deste modelo a situações reais tem sido pouco referidas na literatura. A razão para este facto pretende-se com a dificuldade em determinar e trabalhar o conjunto de soluções de Pareto encontrado. Neste trabalho apresenta-se uma aplicação ao caso real dos Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra (SMTUC) desenvolvido em parceria com a Critical Software. Serão relatadas as abordagens realizadas ao problema assim como os resultados obtidos.

**Palavras Chave:**

*ótimo de Pareto, trajecto mais curto, dados reais*

**KOM-Keep On Moving: Um Protótipo para Aquisição de Dados de Tráfego Urbano em Tempo Real**

Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, José António de Vasconcelos Ferreira

Na era dos Sistemas de Transporte Inteligentes as tecnologias incorporadas nas comunicações, nos mecanismos de monitorização e nos sistemas de informação e controlo encontram-se espalhadas pela infra-estrutura rodoviária, pelos veículos e pelos utilizadores. O seu potencial para proporcionar soluções para o sistema de transporte urbano do século XXI tem sido demonstrado através de diversas aplicações. A reunião dessas aplicações numa plataforma integrada e a disponibilização desta aos agentes com responsabilidades na gestão do tráfego urbano são peças fundamentais para promover o desenvolvimento de redes de transporte eficientes, seguras e “amigas do ambiente” que promovam a qualidade de vida dos cidadãos. A aquisição de dados em tempo real constitui um dos elementos principais dessa plataforma e tem assumido um papel cada vez mais importante na gestão actual do tráfego urbano. A localização automática de veículos, a detecção de acidentes e o serviço de resposta a emergências, as informações das condições de tráfego disponibilizadas em tempo real aos condutores, são alguns exemplos dos serviços que exploram intensamente os recentes desenvolvimentos da telemática aplicada aos transportes. Este trabalho apresenta um protótipo vertical, desenvolvido para a aquisição de dados de tráfego urbano e baseado na integração de um sistema GPS com um Sistema de Informação Geográfica, através de um dispositivo móvel PDA.

**Palavras Chave:**

*Sistemas de Transporte Inteligentes, GPS, Sistemas de Informação Geográfica*

### **Eficiência dos aeroportos mundiais. Uma abordagem robusta**

Pedro Carvalho, Carlos Pestana Barros, Rui Cunha Marques

Este paper mede a eficiência dos principais aeroportos mundiais. Baseado na base de dados da Air Transport Research Society (ATRS) para o ano de 2007 a eficiência é estimada adoptando o método não paramétrico de data envelopment analysis (DEA). O procedimento de ordem-m (Cazals et al., 2002) é adoptado para conferir robustez aos resultados obtidos.

**Palavras Chave:**

*aeroportos, data envelopment analysis (DEA), ordem-m*

### **Sobre a avaliação de qualidade da rede de transportes públicos do Porto (STCP)**

Sérgio Santiago, Maria Natália Oliveira, Maria do Carmo Miranda Guedes, Georgi Smirnov

Uma rede de transportes públicos serve de forma adequada uma população se evoluir ao longo do tempo adaptando-se às realidades sociais existentes. As mudanças feitas para melhorar o serviço devem ser analisadas e avaliadas. A introdução de tecnologia moderna para validar um título de transporte permitiu o acesso rápido, embora incompleto, a dados importantes. A base de dados com a informação sobre as validações pode ser usada para construir uma matriz origem-destino (OD) que permite uma análise à qualidade do serviço. A matriz OD reconstruída contém erros que ocasionam erros nos valores dos critérios de avaliação. Quão significativos são esses erros? Neste trabalho desenvolve-se uma metodologia baseada em análise estatística que permite validar o critério isto é, estimar a robustez do critério. Assim quem estiver a avaliar uma rede de transportes pode aceitar ou rejeitar critérios e garantir algum rigor na avaliação. Esta metodologia

tem sido testada na rede pública de transportes do Porto (STCP). Apresentamos o software desenvolvido e os resultados da avaliação da qualidade com a análise do erro estatístico feita usando a nossa metodologia.

**Palavras Chave:**

*matriz origem/destino, avaliação do desempenho, validação do critério.*

### **Renewal decisions from a Life-cycle Cost (LCC) perspective in rail track: an integrative approach using separate LCC models for rail and ballast components**

António Ramos Andrade, Paulo Fonseca Teixeira

In this article, an integrative approach to support rail and ballast renewal decisions from a life-cycle cost (LCC) perspective is developed. Rail and ballast LCC models are developed separately. For the rail LCC model, an existing model is used, whereas for the ballast LCC model, a new model is put forward. Ballast LCC model comprehends tamping cost, renewal cost, geometric inspection cost and unavailability cost. Uncertainty related with tamping cost estimations is assessed by Monte Carlo simulation, where a step back is taken to typical approaches, inserting uncertainty earlier in track geometry degradation model parameters, rather than in RAM (Reliability, Availability and Maintainability) parameters. The results suggest that potential uncertainty related to unavailability costs are more relevant on renewal decisions, rather than uncertainty associated with tamping costs. Finally, a straight-forward approach to achieve an optimal renewal strategy is developed, integrating both LCC models based on the construction of hypothetical scenarios with distinct renewal tonnages.

**Palavras Chave:**

*LCC, Railway infrastructure, maintenance, renewal decisions, uncertainty.*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Ana Paias

3C5 - Sala 5

Problemas em redes

---

### **Genetic Algorithm for the Design of Survivable Optical Transport Networks: Operators Comparison**

Rui Manuel Morais, Claunir Pavan, Armando Nolasco Pinto, Cristina Requejo

In this work we present a genetic algorithm for the survivable network topological design problem. The topological design problem consists in determining the least cost network topology, given the nodes location, the traffic model and the network architecture. In this contribution it is assumed that the survivability mechanism can recover from fails in any link. Two crossover methods and two selection methods are compared within the genetic algorithm using the node location of real telecommunications networks and an opaque architecture.

#### **Palavras Chave:**

*Genetic Algorithm, survivability, optical networks*

### **The multi-level road network design model: a comparison of heuristics to solve it**

Bruno Santos, António Antunes

This study compares the usage of different heuristics to solve the multi-level road network design problem (ML-NDP). The ML-NDP involves the optimization of road network by defining highway expansion investments according to a set of road levels. This non-linear discrete optimization problem is difficult to solve for the global optimum. Hence, effective implementations of this optimization problem largely depend on the development of efficient heuristic methods. In this study, three types of heuristics are proposed: a local search algorithm (LSA), a variable neighborhood search algorithm (VNSA), and an enhanced genetic algorithm (EGA). The results obtained with application of the three heuristics to a sample of randomly generated instances illustrate that the enhanced genetic algorithm (EGA) provides the best results among the three. The solutions quality was consistently better and the computational time, though being rather high for small size instances, grew considerably slower than the LSA and the VNSA as network size increases.

#### **Palavras Chave:**

*genetic algorithm, variable neighborhood search, road network design problem*

### **Algoritmos Genéticos para obtenção de árvores de suporte com restrição adicional**

Clélia Ribeiro, Ana Paias

O problema da determinação da árvore de suporte de custo mínimo em que o número de arestas no caminho da raiz a qualquer outro vértice não excede uma constante pré-estabelecida é NP-hard. Este facto justifica o interesse na utilização de métodos que permitam obter soluções admissíveis em tempo útil. Neste trabalho descrevemos dois algoritmos genéticos (AGs) desenvolvidos considerando duas codificações distintas, permutação dos vértices do grafo e lista de níveis, e diferentes operadores. Os algoritmos genéticos foram implementados usando a biblioteca GALib desenvolvida no MIT por Matthew Wall. Apresentam-se e comparam-se os resultados obtidos com os dois AGs para instâncias de teste publicadas na literatura e testadas por outros autores.

#### **Palavras Chave:**

*Árvore de Suporte, Algoritmos Genéticos*

### **Pesquisa tabu para problemas de fluxos em redes com custos côncavos**

Marta Sofia Rodrigues Monteiro, Dalila Benedita Machado Martins Fontes, Fernando Arménio da Costa Castro e Fontes

O problema de fluxo em rede de custo mínimo é um problema com um vasto número de aplicações. Neste problema o objectivo é minimizar os custos totais incorridos com a distribuição de fluxos com uma única origem ou fonte e vários destinos ou clientes. Cada cliente tem uma procura predefinida e a fonte tem capacidade para satisfazer a procura. Neste trabalho, são considerados custos fixos de utilização de cada arco bem como custos variáveis dependentes do fluxo que neles passa. Esta dependência é não linear e côncava, aumentando consideravelmente a dificuldade de resolução do mesmo. Quando os custos considerados são não lineares e côncavos este problema é NP-completo, mesmo no caso de se considerar uma única fonte. Neste trabalho propomos uma heurística baseada na pesquisa tabu que incorpora a resolução iterativa de problemas de programação linear. Em cada iteração, e com base na solução da iteração anterior, os custos lineares são ajustados de modo a reflectir tanto os custos variáveis como os custos fixos incorridos com a solução anterior. Esta técnica, conhecida por Dynamic Slope Scaling, tem vindo a ser usada com sucesso em vários problemas de redes tais como problemas de fluxos em rede com custos fixos e custos variáveis lineares ou lineares por pedaços, problemas de transportes com custos fixos e custos variáveis lineares.

#### **Palavras Chave:**

*heurísticas, pesquisa tabu, problemas de fluxos de redes com custos côncavos*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Ana Paula Teixeira

3C6 - Sala 6

Aplicações de estatística em decisão

---

**Estudo experimental relativo à utilização de diferentes softwares de Programação Linear no Ensino Secundário**

Ana Paula Teixeira, Helena Monteiro

Neste trabalho descreve-se um estudo experimental em que se propôs aos alunos de uma turma do 12º ano do Ensino Secundário a resolução de alguns problemas de Programação Linear, PL, utilizando os softwares livres Programación Lineal, Win QSB, ProLin e o Solver do EXCEL. Este estudo teve por objectivo averiguar se os alunos conseguem utilizar esta metodologia na resolução de problemas de PL. Além disso, também se pretende identificar não só as principais dificuldades sentidas pelos alunos no decorrer do processo, mas também quais destes softwares têm a sua preferência e o motivo dessas escolhas.

**Palavras Chave:**

*Programação Linear, softwares, Ensino Secundário*

**Abordagem Baseada em Problemas para Integração de Análise Multivariada e Apoio à Decisão**

João Luís de Miranda

Através duma metodologia que se baseia em problemas especificamente construídos para promoção da aprendizagem (Problem Based Learning, PBL) e utilizando-se suporte computacional, foram adequadamente integrados aspectos fundamentais da Análise Multivariada e de Apoio à Decisão, num curso de Mestrado em Empreendedorismo e Gestão de Pequenas e Médias Empresas (ESTG/IPPortalegre). Visou-se a optimalidade das decisões discretas em ambiente incerto, recorrendo tanto a métodos exactos como aproximados para a optimização robusta de estimadores de risco, como sejam a minimização de medidas de procura não-satisfeita e de folga de capacidades, ou a maximização de estimadores económicos e financeiros. Para além da usual análise "What if...?", aplicaram-se ferramentas da análise multivariada quantitativa, desde a recolha ao tratamento de dados, de forma a suportar o desenvolvimento de regras de decisão no enquadramento da optimização robusta. Focalizaram-se principalmente aplicações da literatura, como programação de investimentos, tratamento do risco financeiro, ou planeamento de operações em cadeias logísticas.

**Palavras Chave:**

*Problem-Based Learning, Apoio à Decisão, Análise Multivariada*

**Avaliação do impacto da utilização de plataformas de ensino à distância para apoiar o ensino presencial da IO**

Ruy Costa

Nesta comunicação iremos avaliar o impacto da utilização da plataforma moodle para apoiar o ensino presencial de Investigação Operacional nos cursos de Engenharia da FCT-UNL. A utilização da plataforma moodle tem vindo a ser implementada nos últimos quatro anos lectivos, dispondo-se presentemente de um conjunto importante de funcionalidades que, entre outras, incluem 14 actividades semanais (9 TPC's e 5 Testes), que permitem a auto-avaliação dos alunos e a sua preparação durante o semestre. Será que essa utilização se traduz num aumento da taxa de aprovações na disciplina? Será que os alunos que mais utilizam a plataforma tendem a obter melhores resultados? Avaliaremos estas questões analisando os resultados obtidos nos últimos oito anos lectivos, quatro dos quais sem a utilização da plataforma moodle.

**Palavras Chave:**

*Avaliação de Desempenho, Ensino de IO, Plataformas de Ensino à Distância*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Mónica Oliveira

3C7 - Sala 7

Apoio à decisão 3

---

**Aproximações para sugerir potencial compromisso: perspectivas da mediação com informação incompleta**

Paula Sarabando, Luís Dias, Rudolf Vetschera

A questão que colocamos é se será possível ajudar os negociadores (em processos de negociação bilateral) a encontrarem uma solução eficiente se não tiverem informação completa sobre os diferentes parâmetros do modelo. Propomos obter informação indirecta sobre as preferências dos negociadores ao longo do processo de negociação, apresentando três aproximações para ajudar um mediador a propor uma solução que seja simultaneamente eficiente e melhor do que um ponto de referência para ambas as partes. A primeira aproximação, “parâmetros extremos”, consiste em usar optimização para detectar alternativas que certamente satisfazem requisitos do mediador, bem como em determinar alternativas que certamente não irão satisfazer esses requisitos. A segunda aproximação, “parâmetros centrais”, consiste em inferir um vector de valores de parâmetros que seja representativo face à região admissível e usar esse vector para encontrar alternativas melhores do que um ponto de referência e alternativas óptimas de acordo com determinados critérios de mediação. A terceira aproximação, “análise de domínio”, consiste em explorar o espaço dos parâmetros com o objectivo de descrever que preferências tornarão cada alternativa a melhor de acordo com diferentes critérios de mediação. Pode também ser determinado o volume relativo do espaço dos parâmetros para o qual cada alternativa domina o ponto de referência ou para o qual cada alternativa é eficiente, complementando deste modo a aproximação dos parâmetros extremos.

**Palavras Chave:**

*Informação Incompleta, Negociação Integrativa, Mediação*

**A estratégia para o combate à droga em Portugal**

Nuno Cruz, Pedro Simões, Rui Cunha Marques

A luta contra o consumo de droga, à parte de todos os benefícios sociais que daí advenham, constitui um esforço (económico) significativo tanto pelas associações de solidariedade como pelo Estado (através das suas entidades dedicadas ao bem estar social). Deste modo, a procura pela racionalização dos recursos e a eliminação dos desperdícios são objectivos fundamentais das entidades governamentais. Este artigo procura evidenciar as melhores práticas no território nacional e incentivar a organização dos CAT a prestar um serviço cada vez mais eficiente. Este propósito foi alcançado recorrendo a técnicas não paramétricas de benchmarking.

**Palavras Chave:**

*CAT, eficiência, benchmarking*



**Estimating avoided and avoidable health gains from improving prescribing of statins to lower the burden of Coronary Heart Disease**

Mónica Oliveira, Gwyn Bevan, Mara Airoidi, Alec Morton, Jenifer Smith

Coronary Heart Disease (CHD) causes over 100,000 deaths each year in the UK and is the most common cause of premature mortality. The costs of CHD in the UK have been estimated each year to be about £3.5bn to the NHS and about £3.1bn to the economy. One of the Government's priorities is to reduce the burden of disease from CHD and the key to achieving this is by controlling risk factors. There has been little info on how health gains from improving prescribing of statins on the burden of CHD might be generated. We have developed two alternative simulation-based population models based on competing assumptions on the impact of statins on CHD risk and on alternative prescribing policies: a risk based model where prescription of statins is based on CHD risk in accordance to current rules set by government for CHD, and a cholesterol based model whereas prescription is based on the level of cholesterol and aims at decreasing cholesterol levels for a wide population. The models are used to simulate current and potential health gains and associated costs of prescribing statins to lower the burden of CHD, being applied to English data. Results indicate that there is a high number of avoidable deaths, YLLs and QALYS from improving coverage, compliance and appropriateness in statin prescription; and results from both models are consistent in that statins prescription has a potential of having a significant impact on NHS productivity.

**Palavras Chave:**

*health, simulation models*

**Previsão e decisão electrónicas**

Guilherme Daniel, António J.L. Rodrigues

A Internet está a revolucionar o conceito de sistema de apoio à decisão, permitindo o acesso ubíquo a modelos e métodos de base matemática para problemas de gestão operacional. A interface, através de um "web browser", deve ser naturalmente simples e intuitiva, podendo o armazenamento de dados e a complexidade computacional dos métodos ser relegados para um servidor remoto. As áreas de aplicação mais óbvias incluem a classificação de dados (por ex., no diagnóstico médico), a previsão de séries temporais (por ex., em problemas de aprovisionamento), a análise de risco (por ex., em problemas de investimento) e a decisão em grupo (por ex., em problemas de escolha social). Deverá restar ao utilizador introduzir, de forma facilitada, os elementos necessários de consulta, e eventuais informações subjectivas, tais como requisitos, preferências ou estimativas circunstanciais. Nesse sentido, demonstramos uma aplicação Web para previsão de processos de procura, e inferência de decisões óptimas, adaptável para outros contextos, como os de análise de risco ou de decisão em grupo. São demonstradas, em particular, três funcionalidades algo inovadoras: a apresentação das previsões através de funções densidade de probabilidade, obtidas por soma ponderada de funções kernel; a possibilidade de combinação dessas previsões com previsões subjectivas, introduzidas por estimativas intervalares; e, a inferência de recomendações (soluções prescritivas) óptimas face a funções de custo realistas.

**Palavras Chave:**

*Previsão, análise de decisão, sistemas de apoio à decisão*

Terça-feira, das 15:45 às 17:30

Moderador: Maria Antónia Carravilla

3C8 - Sala 8

Corte e empacotamento 2

### **Heurísticas para empacotamento em placas de vários tamanhos**

Sofia Val Pinto, Filipe Alvelos, Elsa Silva, J. M. Valério de Carvalho

Neste artigo propõem-se heurísticas construtivas, de pesquisa local e de descida em vizinhanças variáveis (*variable neighborhood descent*) para o problema de empacotamento a duas dimensões guilhotinado em três estágios não exacto, com placas iniciais disponíveis em tamanhos diferentes e em número limitado. As abordagens propostas baseiam-se na definição de sequências de itens, sequências de placas, e de um conjunto de critérios para o posicionamento de um item numa solução parcial. As estruturas de vizinhança usadas actuam sobre as sequências dos itens e das placas. Na avaliação das soluções são ponderados vários objectivos como a minimização da área das placas usadas e a maximização do valor das placas que sobram e que poderão ser reutilizadas. As heurísticas desenvolvidas foram testadas em instâncias reais fornecidas por uma empresa que corta placas de metal no seu processo produtivo.

#### **Palavras Chave:**

*Problemas de corte e empacotamento, empacotamento a duas dimensões, heurísticas*

### **Uma heurística para a integração dos problemas de corte a duas dimensões e sequenciamento**

Tiago Gomes, Filipe Alvelos, Carina Pimentel, J. M. Valério de Carvalho

Neste artigo propõe-se uma abordagem heurística para a integração dos problemas de corte a duas dimensões e sequenciamento. Tipicamente, um problema de corte consiste em cortar peças grandes (placas em problemas de duas dimensões, como o aqui abordado) em peças menores (itens), respeitando a procura dos itens e tendo como objectivo minimizar o desperdício. Um outro problema relacionado, usualmente tratado de forma independente, é a sequência pela qual as placas são cortadas. Na abordagem proposta, o problema de sequenciamento é integrado no problema de corte. O objectivo é a minimização do desperdício com a restrição do número máximo de pilhas abertas não poder exceder um determinado valor. Propõe-se uma meta-heurística de descida em vizinhanças variáveis em que uma solução é codificada através de uma sequência de itens. Uma solução é construída, considerando um item de cada vez e posicionando-o, de acordo com critérios pré-definidos, num lugar disponível que respeita a restrição do máximo número de pilhas abertas. Se um item não pode ser posicionado em nenhum lugar nas placas até então consideradas, é adicionada uma nova placa à solução. As estruturas de vizinhança operam sobre a sequência de itens. Foram realizados testes computacionais com instâncias “reais” fornecidas por uma empresa de mobiliário. Na maior parte das instâncias, as soluções obtidas com a abordagem proposta dominam as soluções actualmente implementadas na empresa

#### **Palavras Chave:**

*Cutting and packing, pattern sequencing, heuristics, variable neighborhood descent*

**Extensões e variantes do algoritmo de Wang para o problema de cortes rectangulares: uma avaliação computacional**

José Fernando Oliveira, Maria Antónia Carravilla

Publicado em 1983, o algoritmo de Wang para o problema de cortes 2D rectangular é ainda uma referência para a resolução deste tipo de problemas. Durante os últimos 20 anos vários autores publicaram variantes e melhoramentos para este algoritmo. Sendo um algoritmo de pesquisa em árvore exacto, a sua eficiência depende fortemente da capacidade de estabelecer bons limites que diminuam o tamanho da árvore de pesquisa. Neste sentido, Oliveira e Ferreira, Vasko, Viswanathan e Bagchi propuseram diferentes melhoramentos ao algoritmo original. Nesta comunicação será apresentada uma experiência computacional com o algoritmo de Wang a suas variantes abordando instâncias mais difíceis e maiores, quando comparadas com as constantes das publicações originais, tirando partido das capacidades dos computadores actuais. Desta forma serão avaliados os seus limites e analisada a sua aplicabilidade a problemas industriais correntes. O algoritmo de Wang apenas lida com padrões não guilhotináveis. Nesta comunicação uma nova extensão a problemas não guilhotináveis será apresentada, conjuntamente com um conjunto especializado de limites para aplicar à pesquisa em árvore, inspirados na literatura e que foram propostos para diferentes problemas. A importância destes limites advém do facto de nenhum dos limites do problema guilhotinável ser válido para este caso. Serão apresentados resultados computacionais.

**Palavras Chave:**

*Cortes e empacotamentos*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Filipe Alvelos

4A1 - Sala 1

Escalonamento e sequenciamento 4

---

### **Um algoritmo para a formação de células virtuais num layout distribuído**

Ana Raquel Xambre, Pedro Manuel Vilarinho

As células virtuais correspondem a um tipo de sistema de produção celular em que os equipamentos não são agrupados fisicamente mas apenas logicamente. Nestes sistemas, equipamentos que tradicionalmente estão organizados por processo, mantêm a sua localização física mas são, temporariamente, dedicados a uma família de componentes. Desta forma é possível reduzir os tempos de setup, simplificar os fluxos de materiais e manter a flexibilidade do sistema de forma a acomodar alterações na procura.

Uma outra forma de organizar os equipamentos para formar a base destas células é o layout distribuído em que equipamentos com diversas funcionalidades são repartidos pelo espaço fabril.

A formação dessas células virtuais obriga à definição (i) das famílias de componentes e (ii) da constituição das próprias células. Trabalho anteriormente realizado levou ao desenvolvimento de um algoritmo que considera estas duas questões e permite afectar as famílias de componentes às máquinas de maneira a equilibrar a distribuição das cargas entre estas. Tendo por base um layout distribuído foi ainda necessário considerar a distância entre os diferentes equipamentos de uma célula e a complexidade do fluxo gerado pela movimentação dos componentes.

Pretende-se assim apresentar o desempenho e alguns dos resultados desse procedimento que utiliza Algoritmos Genéticos de forma a explorar adequadamente o espaço de soluções.

#### **Palavras Chave:**

*Layouts, Células Virtuais, Metaheurísticas*

### **A genetic algorithm approach for the single machine earliness/tardiness scheduling problem with job-independent penalties**

Jorge Miguel Silva Valente, Saurabh Bharti, Kunal Prasad

We consider the single machine early/tardy scheduling problem with job-independent penalties, and no machine idle time. Several genetic algorithms are proposed, and compared with the best existing heuristic procedure. The computational results show that the performance of the genetic versions is improved by the addition of a local search procedure, the initialization of the first population and the use of an elitist mutation strategy. The genetic versions, particularly those that incorporate the local search procedure, clearly outperform the best existing heuristic.

#### **Palavras Chave:**

*scheduling, early/tardy, genetic algorithms*

---

**Uma abordagem Metaheurística para um problema integrado de dimensionamento de lotes e de sequenciamento**

Carina Pimentel, Filipe Alvelos, António Duarte, J. M. Valério de Carvalho

Nesta comunicação apresenta-se um problema integrado de dimensionamento de lotes e de sequenciamento desses lotes, baseado num problema real de uma indústria Têxtil. Numa solução para o problema as quantidades a produzir por artigo/componente/tamanho são divididas em vários lotes de dimensão variável, determinam-se as máquinas onde os lotes definidos serão produzidos, assim como a ordem segundo a qual esses lotes devem ser produzidos em cada máquina. Os objectivos a atingir são: (1) a minimização do atraso total e (2) a minimização do desvio entre os instantes de conclusão dos vários componentes que pertencem ao mesmo artigo final. Este segundo objectivo tem particular importância no contexto do problema real, de forma a garantir um fluxo regular da produção, embora tenha tido um tratamento muito limitado, senão inexistente, na literatura. Para modelar correctamente este segundo objectivo, o tempo é considerado numa escala contínua. O problema caracteriza-se pela existência de vários conjuntos de máquinas paralelas idênticas; de procuras arbitrárias e datas de entrega associadas a artigos finais; de uma matriz de compatibilidade entre máquinas e artigos/componentes/tamanhos; de datas de disponibilidade de máquinas e pela possibilidade de divisão da procura em várias procuras menores (lot Splitting). Para resolver o problema propõe-se uma metaheurística baseada em pesquisa local (variable neighborhood search). Serão apresentados resultados para um conjunto de instâncias geradas com base no problema real.

**Palavras Chave:**

*Dimensionamento de Lotes, Sequenciamento, Metaheurísticas*

**Algoritmos Genéticos aplicados a problemas de escalonamento**

Valter Miguel Oliveira Vilar, José António Oliveira

Os recursos disponíveis à actividade humana são meios normalmente escassos, e em determinados momentos chegam mesmo a estar indisponíveis. Esta escassez exige uma gestão adequada dos recursos que passa, tanto quanto possível, pela optimização da sua utilização. A obtenção de soluções óptimas para a utilização de recursos nas actividades está normalmente associada a problemas de optimização de difícil abordagem. Normalmente são problemas de optimização combinatoria, e quase sempre são problemas NP-difícil. Uma actividade produtiva pode ser modelada por um conjunto de tarefas/actividades. Este conjunto de actividades normalmente implica uma sequência de execução bem definida. O problema de escalonamento de tarefas com recursos limitados RCPS e o problema Job-Shop são dois modelos utilizados para representar actividades produtivas reais baseadas em escalonamento de tarefas. O RCPS e o Job-Shop são dois problemas bem conhecidos na literatura e de difícil solução. A aplicação de algoritmos genéticos com chaves aleatórias e baseados em prioridades ao RCPS e ao Job-Shop permite escalonar as actividades do projecto de uma forma eficaz relativamente à utilização dos recursos. Neste estudo pretende-se aplicar novas ideias ao nível dos operadores genéticos para tornar o algoritmo genético baseado em chaves aleatórias mais eficaz e torná-lo mais competitivo quando comparado com outros métodos.

**Palavras Chave:**

*Algoritmos Genéticos, RCPS, JobShop*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Virgínia Machado

4A2 - Sala 2

Logística

---

**Modelos de programação inteira mista para a distribuição de combustíveis em Cabo Verde**

Alexandrino Delgado, Agostinho Agra

Consideramos alguns problemas de optimização que ocorrem na distribuição de combustíveis em Cabo Verde. Os combustíveis são importados e entregues em ilhas específicas. A partir destas ilhas (portos que actuam como nós de oferta) os produtos são distribuídos por todas as ilhas habitadas por meio de uma pequena frota heterogénea de navios. Os problemas de optimização que ocorrem na distribuição de combustíveis incluem a determinação/selecção de rotas, gestão de stocks, escalonamento dos navios. Discutimos diferentes modelos de programação inteira mista. Serão apresentados resultados computacionais com base em dados reais.

**Palavras Chave:**

*Transporte marítimo, distribuição de combustíveis, programação inteira mista*

**Aproximações heurísticas para o problema de localização-distribuição capacitado**

Rui Borges Lopes, Carlos Lopes, Carlos Ferreira, Beatriz Sousa Santos

Os problemas de localização-distribuição (PLD) são problemas com interesse crescente na área da Logística, representando um desafio importante face à sua diversidade e complexidade computacional. Dentro destes modelos tem surgido um tipo de problema com características bem definidas. Este problema é o PLD com capacidade nas rotas e nos depósitos, sendo designado de problema de localização-distribuição capacitado (PLDC). O PLDC tem sido, nos últimos anos, alvo de alguns desenvolvimentos heurísticos existindo já algumas instâncias e correspondentes resultados presentes na literatura.

Nesta comunicação pretende-se mostrar um estudo a várias aproximações heurísticas, nomeadamente do tipo GRASP, Genético e Guided Local Search para o PLDC. Apresentam-se algumas considerações sobre os diferentes métodos, características inerentes a cada implementação, resultados obtidos e instâncias utilizadas. Com base nos resultados obtidos serão apresentadas algumas conclusões tendo em vista futuros desenvolvimentos heurísticos neste tipo de problemas.

**Palavras Chave:**

*logística, localização-distribuição, heurísticas*

### **Modelação e optimização de transportes em cadeias de abastecimento**

Tiago Gomes, Filipe Alvelos, Maria do Sameiro Carvalho

No mercado cada vez mais global e exigente dos dias de hoje, o peso da logística é cada vez maior na estrutura de custo das empresas. São particularmente críticos os custos associados aos transportes e à cobertura de stock em cadeias de abastecimento internacionais e sempre que os níveis de inventário têm que ser mantidos elevados para garantir altos níveis de serviço. O crescente recurso a abastecimentos provenientes de países com baixos custos de produção e os crescentes aumentos nos custos dos combustíveis implicam a necessidade da optimização dos processos de abastecimento. Neste trabalho aborda-se um problema de transportes entre fornecedores e fábricas. As decisões prendem-se com as quantidades a comprar a cada fornecedor de cada artigo e quais os modos a utilizar para o transporte dos fornecedores para as fábricas. Os três aspectos relevantes considerados são: a estrutura da rede (que pode incluir pontos intermédios); a estrutura de custos (que considera as quantidades transportadas, mas também parâmetros como o peso, o volume, as taxas de transporte, uma componente associada à imobilização do inventário quando em trânsito e a existência de descontos de quantidade). Propõem-se duas abordagens baseadas em programação (linear) inteira e em métodos heurísticos, discutindo-se as suas vantagens e desvantagens com base em casos de estudo.

**Palavras Chave:**

*Logística, transportes, optimização*

### **Resiliência da Cadeia de Abastecimento. Uma ferramenta de apoio à decisão com recurso ao mapeamento**

Virgínia Helena Machado, Ana Paula Barroso, Helena Carvalho, Virgílio Cruz Machado

As cadeias de abastecimento são, geralmente, concebidas com o enfoque na eficiência e as práticas de gestão adoptadas pressupõe a estabilidade do ambiente de negócio. Actualmente, as cadeias de abastecimento têm que lidar com inúmeros distúrbios, fontes de incerteza que os gestores têm que ter em consideração quando da tomada de decisão. Neste contexto, é crucial tornar as cadeias de abastecimento resilientes, o que é possível através da implementação de políticas de mitigação dos efeitos negativos dos distúrbios.

Considerando a exposição de uma cadeia de abastecimento a um distúrbio, a selecção da política de mitigação mais adequada pode ser feita através da análise comparativa do seu desempenho em diferentes cenários, representativos do estado actual e dos potenciais estados futuros que resultam da adopção de políticas de mitigação.

A avaliação do desempenho da cadeia de abastecimento é realizada com base no seu mapeamento, isto é, na representação das suas características fundamentais no que concerne a fluxos de material e de informação e modos de transporte, entre outros.

Neste trabalho, é apresentada uma ferramenta, desenvolvida com base no mapeamento da cadeia de abastecimento realizado com recurso ao método Value Stream Mapping, que permite apoiar o processo de tomada de decisão na selecção da política mais adequada para mitigar o efeito negativo de um distúrbio. A ferramenta proposta é aplicada a um caso de estudo.

**Palavras Chave:**

*Resiliência da Cadeia de Abastecimento, Mapeamento da Cadeia de Abastecimento, Políticas de Mitigação*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: José Valério de Carvalho

4A3 - Sala 3

Optimização 4

---

### Exploring a New Family of Maximal Staircase Dual Feasible Functions

Jürgen Rietz, Cláudio Alves, José Valério de Carvalho

Dual feasible functions are used to get valid inequalities and lower bounds for integer linear optimization problems, including the cutting stock problem. In this paper, we review some notions and applications of these functions, and we elaborate on a new family of dual feasible functions. These functions are staircase functions, but with an infinite number of stairs. We prove that the functions are maximal, and hence, that they cannot be dominated by any other dual feasible function.

**Palavras Chave:**

*Discrete optimization, Maximal dual feasible functions, Cutting stock problem.*

### Partilha de Carga Bicritério entre Filas de Espera do tipo Erlang-C

Jorge Sá Esteves

Os modelos de dimensionamento de redes de telecomunicações conduzem a problemas de muito elevada complexidade, sendo normalmente abordados com base numa decomposição em vários sub-problemas de optimização. Nesta apresentação abordaremos a partilha de carga entre os caminhos alternativos existentes para um fluxo de tráfego usando uma abordagem bicritério. O conjunto de caminhos será modelizado como um sistema de Erlang-C multidimensional. O primeiro objectivo tem a ver com a máxima performance do sistema (critério da administração) e o segundo tem a ver com a qualidade de serviço oferecida aos utilizadores. Propõe-se um algoritmo baseado no Método de Newton para calcular uma tabela de soluções não dominadas do problema.

**Palavras Chave:**

*Optimização Multiobjectivo, Filas de Espera, Telecomunicações*



**Uma aplicação do modelo aproximado do hiper-cubo a sistemas de emergência médica**

Susana Baptista, Rui Oliveira

Neste trabalho é apresentada a aplicação do modelo aproximado do hiper-cubo ao sistema de ambulâncias INEM na cidade de Lisboa, sendo analisados os resultados relativos a diferentes regras de afectação. Aquele é um modelo baseado na teoria de filas de espera que permite obter diversas medidas de desempenho do sistema, tais como a taxa de ocupação dos servidores. As hipóteses subjacentes ao modelo são que a chegada de pedidos ocorre de acordo com uma distribuição de Poisson, que a distribuição de serviço é qualquer (podendo depender do servidor e do tipo de cliente) e que a afectação de ambulâncias a pedidos é realizada de acordo com uma regra previamente estabelecida. O facto de as regras de afectação constituírem um parâmetro torna o modelo numa ferramenta muito útil na identificação de políticas operacionais eficazes, como se procura ilustrar neste trabalho.

**Palavras Chave:**

*modelo do hiper-cubo, teoria de filas de espera, sistemas de emergência médica*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Nelson Chibeles Martins

4A4 - Sala 4

Transportes e mobilidade 3

---

### **Um Estudo sobre a Zona de Rebatimento Pedonal de uma Rede Principal de Transportes Urbanos**

Gustavo Lopes, Lino Tralhão, João Coutinho

Apresenta-se um estudo sobre a zona de rebatimento pedonal no quadro de uma rede principal de transportes urbanos, nomeadamente, aplicado ao caso de um metropolitano. A probabilidade de um utente se deslocar a pé à estação mais próxima varia, não só com a distância da mesma, mas também com outros parâmetros (qualidade do trajecto, número de atravessamentos de ruas, sexo e escalão etário, etc.). Tendo em conta a localização das populações e também dos locais de atracção nos seus movimentos pendulares (empregos, equipamentos, etc.) pode, assim, fazer-se uma previsão da procura em cada uma das estações (e eventualmente a sua melhor colocação, caso ainda não estejam projectadas), as suas zonas de influência em termos de acesso pedonal e, por consequência, recomendações para a reformulação de trajectos nas redes secundárias de transportes urbanos. É usado um sistema de informação geográfica para suporte ao estudo e modelos envolvidos, nomeadamente os que são orientados para redes. Como caso de aplicação apresenta-se um estudo para um caso real de metropolitano ligeiro de superfície.

#### **Palavras Chave:**

*Apoio à decisão, Engenharia urbana.*

### **Airline Disruption Management: Passenger Re-accommodation Strategies**

Bo Vaaben, António Alves

As alterações ao plano operacional das companhias aéreas afectam muitos passageiros no dia de operação. As companhias aéreas aplicam diferentes estratégias de modo a proteger os passageiros afectados. Uma focam-se nos seus passageiros mais importantes, outras focam-se nos passageiros com transferências e muitas companhias focam-se numa estratégia de “first-come, first-served” esperando que os passageiros compareçam num dos serviços de atendimento ao cliente. De qualquer forma, a maior parte dos passageiros são recolocados um por um (sequencialmente) por uma certa ordem ou de forma aleatória. Este artigo apresenta uma comparação entre as formas clássicas de recolocação de passageiros e uma nova estratégia global em que todos os passageiros são considerados simultaneamente através de uma função com multi-objectivos que ao mesmo tempo tem em conta a importância e eventuais transferências dos passageiros. A comparação é feita através de um cenário em que um aeroporto é encerrado usando dados reais de uma companhia aérea de dimensão média que opera numa rede de “hub-and-spoke”. Os resultados mostram que a nova estratégia global apresenta melhores resultados do que as outras estratégias quando se analisa o número total de minutos de atraso. Esta estratégia beneficia não só os passageiros mais importantes com uma redução considerável dos seus atrasos como também um vasto número de passageiros menos importantes.

#### **Palavras Chave:**

*Disruption Management, Passenger Recovery, Re-accommodation Strategies*

### **Influência do ambiente operacional na eficiência dos aeroportos**

Pedro Carvalho, Carlos Pestana Barros, Rui Cunha Marques

Este paper avalia a eficiência dos principais aeroportos mundiais tendo em consideração o seu ambiente operacional. Baseado na base de dados da Air Transport Research Society (ATRS) para o ano de 2007 a eficiência é estimada através do método não paramétrico de data envelopment analysis (DEA). São utilizados e comparados diferentes procedimentos para contabilizar os diferentes factores explanatórios de natureza operacional e institucional.

**Palavras Chave:**

*aerportos, data envelopment analysis (DEA), factores explanatórios*

### **Meta-análise da avaliação da eficiência dos serviços de infra-estruturas**

Rui Cunha Marques

Através de uma meta análise narrativa este paper apresenta e sistematiza as principais aplicações das metodologias não paramétricas na medição da eficiência de serviços de infra-estruturas. Tendo em consideração uma extensa revisão da literatura sobre avaliação de desempenho de infra-estruturas de transportes (aeroportuárias, ferroviárias e portuárias) e de saneamento básico (água, saneamento e resíduos urbanos) as potencialidades da ferramenta de data envelopment analysis (DEA) neste domínio são aqui discutidas e analisadas.

**Palavras Chave:**

*data envelopment analysis (DEA), infra-estruturas de transportes, infra-estruturas de saneamento básico*

### **Transportes e Mobilidade: Novos Desafios**

Eduardo J. S. Ganilho

Este trabalho tem como objectivo fazer uma abordagem à temática dos transportes e da mobilidade. Elemento capital no funcionamento das economias modernas, o sector dos transportes confronta-se com uma contradição permanente entre uma sociedade que exige cada vez mais mobilidade, e uma opinião pública que suporta cada vez menos os atrasos crónicos e a pouca qualidade das prestações oferecidas por determinados serviços. Por outro lado, as mudanças conjunturais verificadas no início deste século e os desafios que se colocam actualmente, num cenário de crise económica mundial, colocam novos problemas. A globalização, a procura sempre crescente, os compromissos internacionais no domínio do aquecimento climático, a poluição e os seus efeitos na saúde das pessoas, o congestionamento das vias de comunicação e os seus efeitos adversos, o contexto geopolítico de aumento do preço do petróleo e os temores em matéria de segurança influenciaram o sector dos transportes e exigem novas soluções. Não obstante, as novas abordagens devem permitir que se assegure um equilíbrio económico, social e ambiental através de uma eficiente gestão dos recursos que melhorem a qualidade de vida actual e futura das populações e que permita a sustentabilidade do modelo de desenvolvimento.

**Palavras Chave:**

*Mobilidade, Optimização, Desenvolvimento sustentado*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: António José Rodrigues

4A5 - Sala 5

Previsão

---

### **Ajuda à fixação da reserva operacional a partir de previsões probabilísticas da potência eólica**

Ricardo Bessa, Manuel Matos

A crescente integração de energia eólica no sistema eléctrico levou ao desenvolvimento de novas ferramentas de previsão eólica que incluem uma modelização da incerteza associada à previsão. Na comunicação discute-se a utilização desse tipo de previsões no apoio à decisão para fixação da reserva operacional de um sistema eléctrico, tendo também em conta possíveis avarias e a incerteza na previsão do consumo. Segue-se uma perspectiva de avaliação do risco de perda de carga, sendo descritas as consequências de cada possível nível de reserva através de um conjunto de índices de risco. É apresentada uma nova ferramenta de gestão da reserva operacional, destinada a apoiar o Operador do Sistema na definição dos níveis de reserva operacional (a subir e a descer) para o mercado diário e intra-diário. São exploradas duas estratégias de decisão: i) determinar o nível de reserva que garanta um nível de risco estabelecido; ii) determinar o nível de reserva que resulta de um compromisso entre custo e risco.

#### **Palavras Chave:**

*Sistema eléctrico, risco, decisão*

### **Mistura de modelos no contexto de problemas de decisão optimal**

Paulo S.A. Freitas, António J.L. Rodrigues

Neste trabalho, pretende-se dar algumas respostas relacionadas com a aplicação do paradigma da combinação de modelos, ou de soluções, no contexto da tomada de decisões em espaços contínuos — por exemplo, em problemas de aprovisionamento ou de investimento —, assim como explorar diferentes alternativas da sua extensão à previsão de densidades. No âmbito da previsão de séries temporais, a combinação de diferentes modelos ou métodos é assunto bem estudado, e normalmente traduz-se na combinação linear de soluções preditivas pontuais, sendo os pesos óptimos da combinação estimados com base no critério de mínimos quadrados. Contudo, nos problemas iterados de decisão optimal sob risco, as soluções prescritivas são normalmente avaliadas por funções de custo ou de utilidade mais realistas, assimétricas e não diferenciáveis. Por conveniência computacional, essas soluções podem ser obtidas por adaptação de soluções preditivas, pelo que a metodologia de mistura de modelos pode ser aplicada em diferentes partes da resolução do problema. Por um lado, existe a possibilidade de inferir um valor prescritivo a partir de uma estimativa resultante da combinação de modelos preditivos e, por outro, existe a possibilidade de combinar valores prescritivos obtidos a partir de modelos preditivos diferentes. Por via experimental, mostra-se que nenhuma das duas vias é universalmente preferível à outra, e o seu desempenho está dependente do horizonte temporal e da função de custo considerados.

#### **Palavras Chave:**

*Previsão de séries temporais, análise de decisão, optimização*

## **Modelos de Previsão para Procura Irregular**

José Luís Carmo, António J.L. Rodrigues

O problema da previsão de séries temporais surge nos mais diversos domínios. Entre eles, encontram-se os problemas representativos de processos de procura ocorrida ou registada em instantes de tempo não consecutivos, e com distribuição variável. Estes processos são comuns em diversos âmbitos de aplicação de metodologias de Investigação Operacional — por exemplo, na gestão e controlo de inventários, ou no planeamento de produção. No presente trabalho, centra-se a atenção no estudo de problemas de previsão de processos de procura irregular. São estudados vários modelos neuronais e de alisamento exponencial apropriados, e são comparadas diversas abordagens para a identificação desses modelos. Em particular, são investigados e desenvolvidos métodos adaptativos para processos bivariados correlacionados (“quando” e “quanto”), através da utilização de, entre outros modelos, redes neuronais de funções de base gaussianas.

### **Palavras Chave:**

*Forecasting, neural networks*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Pedro Godinho

4A6 - Sala 6

Economia e finanças

---

### **Uma Aproximação para um Modelo de Investimento, baseado em cenários, com Restrição Orçamental**

Anabela Costa, José Pinto Paixão

Uma oportunidade de investimento irreversível pode ser avaliada recorrendo à Avaliação de Direitos Contingentes. De facto, quando existe incerteza sobre os valores futuros de um projecto e a respectiva decisão de investimento pode ser adiada, o projecto pode ser considerado análogo a uma opção financeira call. A aplicação desta técnica de avaliação em problemas de investimento que envolvem uma carteira de projectos constitui uma área de investigação com bastante interesse. Nesta perspectiva, considerámos um modelo de investimento, existente na literatura, cujos projectos são avaliados de acordo com esta metodologia. Atendendo à experiência computacional realizada, verificámos que a optimização das instâncias de grande dimensão não é possível ou está associada a elevados tempos de execução. Com o objectivo de ultrapassar esta dificuldade, propomos um procedimento heurístico, o qual estabelece um limite inferior para o valor óptimo do problema. Esta aproximação é baseada no desenvolvimento de uma variante da formulação, em Programação Linear Inteira 0-1, do problema em estudo. Para as duas formulações matemáticas, são apresentados vários resultados que as relacionam e que definem limites superiores para o valor óptimo do problema. Por último, são analisados os resultados dos testes computacionais realizados.

#### **Palavras Chave:**

*Opções Reais, Problemas de Investimento com Restrição Orçamental, Optimização baseada em Cenários*

### **Entrada de uma empresa num mercado internacional**

Fernanda A. Ferreira

Neste trabalho, estudamos os efeitos da entrada no mercado de uma empresa estrangeira no bem-estar doméstico, em presença de licenciamento de patentes. Consideramos dois casos de licenciamento: (i) através de taxa fixa; e (ii) através de taxa unitária. Também consideramos as duas situações de superioridade de tecnologia: (i) empresa incumbente (doméstica) com tecnologia superior à entrante (estrangeira); e (ii) empresa entrante com tecnologia superior à incumbente. Verificamos que as implicações no bem-estar doméstico da entrada de uma empresa estrangeira no mercado dependem do tipo de contrato de licenciamento, das diferenças de tecnologia das empresas e dos valores do declive da curva da procura.

#### **Palavras Chave:**

*Optimização, Modelo de Cournot, Licenciamento de patentes*

---

### **Algoritmos genéticos aplicados a séries temporais em mercados cambiais**

Luís Pedro do Vale Mendes, Joana Matos Dias, Pedro Godinho

Neste trabalho vai apresentar-se um algoritmo genético aplicado à definição de estratégias de transacção do par de divisas EUR/USD, no mercado Forex. O algoritmo genético é responsável pela escolha de regras, que são depois aplicadas a séries temporais, sendo o desempenho de cada indivíduo dado pelo quociente entre o lucro (ou prejuízo) obtido e a maior quebra a que esteve sujeito.

O objectivo inicial do trabalho era o de desenvolver um sistema que permitisse a obtenção de rentabilidades supra-normais, isto é, que se mostrasse consistentemente lucrativo nas diversas séries temporais. Tal feito mostrar-se-ia em desacordo com a Teoria da Eficiência dos Mercados.

O sistema de simulação foi construído de forma a aproximar-se, o mais possível, das condições reais de negociação no mercado, incorporando custos de transacção. O sistema procura tirar partido de tendências de evolução dos preços. Os dados utilizados dizem respeito a quatro séries base temporais, correspondendo às frequências de 1, 5, 15 e 60 minutos.

As conclusões apontam para a existência de soluções que permitem esperar a obtenção de um desempenho positivo nas séries de testes. Os melhores indivíduos têm uma estrutura que tira partido de tendências de curto prazo, com o aproveitamento de retrocessos, na evolução dos preços. O preço de saída de posição inicialmente previsto pode ser alterado se for constatada uma atenuação na tendência.

#### **Palavras Chave:**

*algoritmos genéticos, mercados cambiais*

### **A utilização de Modelos Nebulosos e Redes Neurais na Previsão de Séries Temporais Financeiras**

Amílcar Serrão

As novas abordagens, tais como os modelos nebulosos, as redes neurais e a optimização por bandos de pássaros, constituem actualmente instrumentos robustos para a aproximação de sistemas complexos e a previsão de séries temporais. Alguns trabalhos realizados na área financeira têm revelado que aquelas abordagens são mais precisas, porque conseguem capturar não-linearidades e outros aspectos presentes nas séries temporais financeiras. Este trabalho de investigação pretende mostrar que aquelas abordagens realizam previsões com maior precisão que os modelos auto-regressivos de médias móveis (ARMA) e os modelos auto-regressivo de médias móveis supondo a heterocedasticidade condicional auto-regressiva (ARMA-GARCH). A avaliação da previsão realizada através dos modelos foi feita utilizando séries do índice S&P500 com frequências de 1 minuto, 5 minutos, 10 minutos, 30 minutos e 60 minutos. Os resultados obtidos revelam que o desempenho dos modelos utilizados está directamente relacionado com a frequência observada das séries utilizadas. Os modelos neurais obtiveram um desempenho superior em relação aos restantes modelos. As estratégias de negociação definidas a partir das previsões obtidas pelos modelos neurais geram rendimentos superiores em relação às estratégias definidas para os restantes modelos.

#### **Palavras Chave:**

*Modelos não-lineares, Previsão, Séries Temporais Financeiras, Redes Neurais e Modelos Nebulosos*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Susana Relvas

4A7 - Sala 7

Análise e gestão de risco

---

**Contributos para a melhoria da disponibilidade e para redução de riscos em unidades de transformação de subprodutos de origem animal**

Eusébio Nunes, Pedro Margalho

Este artigo descreve uma abordagem sistémica de análise de riscos e de avaliação da disponibilidade orientada para os principais processos produtivos e de suporte da planta fabril de uma unidade de transformação de subprodutos de origem animal. Esta abordagem permite a modelação/avaliação hierárquica da disponibilidade de sistemas complexos cujo comportamento é modelado por processos markovianos. Outros índices de fiabilidade tais como a frequência de entrada e o tempo de permanência nos diferentes estados são obtidos pela Técnica de Frequência-Duração. Entre os temas analisados contam-se as questões relativas quer à introdução de aproximações e simplificações na estrutura dos modelos, quer ainda ao efeito acentuado das condições de laboração numa certa ambiguidade das estimativas, bem como as suas implicações ao nível da selecção de cenários para o ambiente técnico da manutenção. Avalia-se ainda o valor acrescentado de determinadas redundâncias para a disponibilidade operacional dos processos fabris. Por fim, mostra-se um exercício de extensão ao modelo de fiabilidade clássico, recorrendo à Teoria dos Conjuntos Difusos (TCD) para modelar a incerteza contida nos parâmetros básicos de fiabilidade e a técnicas adequadas para propagar essa mesma incerteza às medidas de desempenho através dos respectivos modelos analíticos.

**Palavras Chave:**

*Uncertainty, Risk, Availability*

**Reducing the Number of Membership Functions in Linguistic Variables**

Margarida M. Gomes, Rita A. Ribeiro, Paula Amaral

Neste artigo são utilizados algoritmos de agrupamento para reduzir o número de funções de pertença numa variável linguística. Foi implementado um algoritmo do tipo Scatter Search e este foi comparado com uma variante do algoritmo K-Means. É também apresentado um caso de estudo em que as variáveis linguísticas pertencem a um sistema de inferência construído previamente. O objectivo foi simplificar o sistema sem comprometer o seu desempenho. Usando um algoritmo de agrupamento hierárquico que tem em conta medidas de desempenho do sistema de inferência, foi possível não só simplificar o sistema, mas também aumentar o seu desempenho.

**Palavras Chave:**

*Linguistic variable, fuzzy inference system, clustering*



### **Avaliação do Risco na Seleção de Fornecedores em Contexto**

#### **Internacional: Um Caso de Estudo**

Olga Fedotova, Tiago Matos, Luis Miguel D. F. Ferreira

Este trabalho refere-se à análise do risco de fornecimento associado à aquisição de matéria-prima (aço inoxidável). Para o efeito aplicou-se um modelo, capaz de identificar e avaliar os riscos de fornecimento que podem ser associados à oferta proveniente de fornecedores localizados em diferentes mercados internacionais. O modelo de avaliação do risco de fornecimento consiste de 4 etapas: classificação, identificação e quantificação dos riscos com a posterior validação. Enquanto os dois primeiros etapas desenvolvem o estudo teórico, a fase do cálculo de risco recorre à utilização do modelo Analytic Hierarchy Process (AHP). O AHP permite fazer a ligação entre a análise qualitativa e a análise quantitativa dos riscos e dessa forma realizar uma comparação numérica entre os vários tipos de riscos, bem como entre as categorias dentro de cada tipo, com o objectivo de identificar o mercado que apresenta o menor nível de risco. Recorreu-se ao software Expert Choice para que, com base na informação recolhida junta dos colaboradores da empresa compradora, fosse feita a avaliação do risco associado à escolha de fornecedores localizados em cinco mercados diferentes: Alemanha; Finlândia; Espanha; Ucrânia e Brasil.

#### **Palavras Chave:**

*Gestão de Risco, Cadeia de abastecimento, AHP*

### **Risk Management in Petroleum Supply Chain**

Leão José Fernandes, Ana Paula Barbosa-Póvoa, Susana Relvas

The petroleum supply chain (PSC) is a sequence of activities that source, transform and deliver petroleum products to end consumers. Due to intensive investment and accounting for its strategic nature, PSCs in general and risk management in particular, offer high potential for optimization and improving the interaction with related activities. In this paper we discuss risk management within PSC. We analyse some of the published literature, identifying aspects that should be accounted for when modelling risk within the PSC.

#### **Palavras Chave:**

*Petroleum supply chain, risk management, uncertainty*

Quarta-feira, das 9:30 às 11:15

Moderador: Isabel Correia

4A8 - Sala 8

Optimização 5

---

### **Problema de localização de hubs com escolha de capacidades**

Isabel Correia, Stefan Nickel, Francisco Saldanha da Gama

Em problemas de planeamento estratégico envolvendo a localização de serviços, o dimensionamento dos mesmos é, normalmente, obtido no decurso do processo de planeamento. Neste trabalho, este aspecto é introduzido no problema de localização de hubs com capacidades e afectações totais. Apresentam-se formulações para este problema, que resultam da extensão de modelos existentes na literatura para o problema clássico. É, ainda, proposta uma nova formulação. Com vista a um reforço dos modelos apresentados nomeadamente, de um ponto de vista dos limites inferiores obtidos por relaxação linear, são propostas desigualdades válidas e testes para a fixação de variáveis. Apresentam-se resultados computacionais obtidos utilizando instâncias baseadas em conjuntos de dados existentes na literatura.

#### **Palavras Chave:**

*problemas de localização, programação linear inteira*

### **Reorganização de redes hospitalares com análise de incerteza**

Ana Mestre, Mónica Oliveira, Ana Barbosa-Póvoa

O planeamento estratégico de um sistema hospitalar envolve decisões sobre a localização das unidades, a definição da sua área de influência e o seu correcto dimensionamento. Neste contexto, os modelos de localização representam ferramentas de apoio à decisão, onde os objectivos mais comuns se prendem com a minimização de custos e/ou a maximização das acessibilidades. A aplicação destes modelos dentro de modelos de programação matemática faz uso de dados e pressupostos que têm inerente vários tipos de incerteza. Por exemplo, pode haver incerteza relativamente à projecção de procura de cuidados de saúde e de custos; poderá haver falta de informação ou ausência de informação credível para estimar alguns dos parâmetros do modelo; poderá haver aleatoriedade na forma como os utentes fazem o acesso aos cuidados de saúde; e poderá haver alterações estruturais na oferta de cuidados de saúde devido a avanços tecnológicos. Ocorre ainda que as decisões associadas com a localização de novas unidades hospitalares são difíceis de reverter devido ao elevado custo de investimento e ao impacto que têm na opinião pública. Consequentemente, decisões estratégicas relacionadas com a localização devem considerar um horizonte temporal alargado. Neste trabalho estudam-se diferentes abordagens para tratamento de situações de incerteza num modelo de localização hospitalar em que é modelada a dimensão temporal da decisão. Os autores agradecem o apoio financeiro da FCT (SFRH/BD/36895/2007)

#### **Palavras Chave:**

*Modelos de Localização, redes hospitalares, incerteza*

### **Um Modelo Multiobjectivo para a Localização Faseada de Equipamentos**

Lino Tralhão, José Paulo Almeida, Luís Alçada Almeida, João Coutinho

Em geral, os problemas de localização de equipamentos abordam essa questão num determinado espaço e com um carácter definitivo (estático). Contudo, em virtude não só do aumento natural da população como também do efeito de deslocações populacionais motivadas pela presença dos próprios equipamentos, muitas situações reais levam à localização e construção de novos equipamentos do mesmo tipo. Trata-se, assim, de um processo implicando a eventual criação de novos equipamentos, faseadamente, com a correspondente reafecção de populações. Apresenta-se um modelo matemático que encara a natureza multiobjectivo para um plano desta natureza, envolvendo critérios em geral conflituosos entre si, tais como custo, distância e equidade. Apresenta-se a aplicação do modelo a um caso de estudo em que a geração das soluções é conseguida com o recurso a um servidor web de algoritmos cujos outputs permitem a comparação das soluções no espaço dos objectivos e a sua representação no espaço geográfico (nomeadamente através de um sistema de informação geográfica).

#### **Palavras Chave:**

*Apoio à decisão multiobjectivo, programação linear inteira-mista, localização*

### **Modelo de optimização para a gestão de resíduos hospitalares**

João Almeida, Marta Castilho Gomes, João Quinhones Levy

A gestão dos resíduos hospitalares (RH), dada a sua natureza, diversidade, perigosidade e grau de risco, é complexa e onerosa. Neste trabalho apresenta-se um modelo de optimização para a gestão de RH perigosos do grupo IV (de incineração obrigatória). O sistema é composto por três tipos de instalações: produtores de RH, estações de transferência (ET) e incineradoras. O problema é formulado em programação linear inteira mista de forma a determinar os fluxos de RH entre nós e a melhor localização das ET e incineradoras. Desenvolveu-se primeiramente um modelo que considera somente os custos de transporte; em seguida incluíram-se os custos fixos e variáveis associados à operação e eventual construção de ET e incineradoras. Na modelação recorreu-se às abordagens descritas na literatura para o facility location problem. A optimização decorre na óptica de um sistema único (a infra-estrutura pertence por inteiro à mesma entidade), sendo os modelos resolvidos com dados reais do sector. O trabalho desenvolvido permitirá apoiar a discussão actualmente em curso sobre a localização da(s) unidade(s) de incineração de RH a construir no País para substituição da actual instalação em Lisboa, considerada obsoleta.

#### **Palavras Chave:**

*Gestão de resíduos sólidos, programação linear inteira mista (MILP), resíduos hospitalares*

**Afonso, Humberto Duarte**

*hdafonso@hotmail.com*  
Marinha de Guerra Portuguesa  
2C8

**Agra, Agostinho**

*aagra@ua.pt*  
Universidade de Aveiro  
3A2, 3A3, 4A2

**Águas, José António**

*josetaguas@gmail.com*  
Consultant  
2C7

**Airoidi, Mara**

*M.Airoidi@lse.ac.uk*  
Operational Research Group, London School of Economics and Political Science  
3C7

**Alçada-Almeida, Luís**

*alcada@inescc.pt*  
INESC - Coimbra / Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra  
3A7, 4A8

**Almada-Lobo, Bernardo**

*almada.lobos@fe.up.pt*  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C2

**Almeida, Ana Maria de**

*amca@mat.uc.pt*  
Universidade de Coimbra e Centro de Informática e Sistemas  
2C3

**Almeida, João**

*joao\_n\_almeida@hotmail.com*  
CESUR, Instituto Superior Técnico  
4A8

**Almeida, José Paulo**

*zepaulo@mat.uc.pt*  
Dep. Matemática FCT-UC; INESC-Coimbra  
4A8

**Alvelos, Filipe**

*falvelos@dps.uminho.pt*  
Centro de Investigação Algoritmi e Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho  
3C8, 4A1, 4A2

**Alvelos, Helena Maria Pereira Pinto Dourado e**

*helena.alvelos@ua.pt*  
Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro  
3A7

**Alves, António**

*Antonio.Alves@jeppesen.com*  
Jeppesen Systems Asia/Pacific - Singapore  
4A4

**Alves, Cláudio**

*claudio@dps.uminho.pt*  
Universidade do Minho  
3A5, 3A8, 4A3

**Amaral, Paula**

*paca@fct.unl.pt*  
Dep. Matemática , FCT-UNL  
2C1, 3C3, 4A7

**Andrade, António Ramos**

*andrade@civil.ist.utl.pt*  
IST  
3C4

**Antunes, António Pais**

*antunes@dec.uc.pt*  
Universidade de Coimbra  
3A3, 3C5

**Araújo, João**

*ja@di.fct.unl.pt*  
Departamento de Informática, Universidade Nova de Lisboa  
3A7

**Bana e Costa, Carlos A.**

*carlosbana@ist.utl.pt*  
CEG-IST, Centro de Estudos de Gestão do IST, Universidade Técnica de Lisboa  
2C7, 3A7

**Baptista, Susana**

*sbb@fct.unl.pt*

Centro de Matemática e Aplicações, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa  
4A3

**Barbosa-Povoa, Ana Paula**

*apovoa@ist.utl.pt*

CEG-IST, Instituto Superior Técnico  
2C8, 3A1, 3A5, 3C1, 4A7, 4A8

**Barceló, Jaume**

*jaume.barcelo@upc.edu*

Universitat Politècnica de Catalunya  
Plenària II

**Barros, Carlos Pestana**

*cbarros@iseg.utl.pt*

Instituto Superior de Economia e Gestão  
3C4, 4A4

**Barroso, Ana Paula**

*apb@fct.unl.pt*

UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
4A2

**Bastos, Fernando**

*fbastos@fc.ul.pt*

CIO e DEIO, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
2C3, 3A3

**Bessa, Ricardo**

*rbessa@inescporto.pt*

INESC Porto  
4A5

**Bevan, Gwyn**

*R.G.Bevan@lse.ac.uk*

OR Group, London School of Econ and Political Sci  
3C7

**Bharti, Saurabh**

IIT Kharagpur

4A1

**Borges, Diogo**

*ei04016@fe.up.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C6

**Borges, José G.**

*joseborges@isa.utl.pt*

Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia  
3C2

**Bortfeldt, Andreas**

*Andreas.Bortfeldt@FernUni-Hagen.de*

Universidade de Hagen, Alemanha  
3A5

**Boschetto, Suelen Neves**

*suelen@cpgei.ct.utfpr.edu.br*

CPGEI - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
3A1

**Brás, Maria do Carmo**

*mb@fct.unl.pt*

Universidade Nova de Lisboa  
2C3

**Brás, Pedro**

*bras.pedro@gmail.com*

Universidade do Minho  
3A8

**Caçador, Carlos**

*mat0323@mat.uc.pt*

Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra  
3C4

**Cadima, Jorge**

*jscadima@isa.utl.pt*

Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Agronomia  
3C2

**Camanho, Ana Santos**

*acamanho@fe.up.pt*  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C6, 3A6

**Captivo, M. Eugénia**

*mecaptivo@fc.ul.pt*  
Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências,  
Centro de Investigação Operacional  
3C1

**Cardoso, Domingos M.**

*dcardoso@ua.pt*  
Departamento de Matemática da Universidade de  
Aveiro  
3A2, 3C3

**Carmo, José Luís**

*jlcarmo@ualg.pt*  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade  
do Algarve e Centro de Investigação Operacional –  
FCUL  
4A5

**Carmo-Silva, Sílvio**

*scarmo@dps.uminho.pt*  
Dept. Production and Systems, University of Minho  
3C1

**Carravilla, Maria Antónia**

*mac@fe.up.pt*  
Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia e  
INESC Porto  
3C8

**Carvalho, Filipe**

*filipe.carvalho@widescope.pt*  
Wide Scope Sistemas de Planeamento e  
Optimização, Lda.  
2C1

**Carvalho, Helena**

*hmlc@fct.unl.pt*  
UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa  
4A2

**Carvalho, Leandro Lopes de**

*leandromec@yahoo.com.br*  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C4

**Carvalho, Maria Sameiro**

*sameiro@dps.uminho.pt*  
Dep. Produção e Sistemas, Escola de Engenharia,  
Universidade do Minho  
2C2, 2C4, 2C7, 4A2

**Carvalho, Pedro**

*pcarvalho@civil.ist.utl.pt*  
CESUR, IST-UTL  
2C6, 3C4, 4A4

**Casquilho, Miguel António Soares**

*mcasquilho@ist.utl.pt*  
Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de  
Lisboa  
2C2

**Castilho, Gladys**

*gladys@ua.pt*  
Universidade de Aveiro  
3A2

**Castro, José**

*mat0225@mat.uc.pt*  
Departamento de Matemática, Universidade de  
Coimbra  
2C5

**Cavique, Luís**

*lcavique@univ-ab.pt*  
Universidade Aberta  
3C3

**Cerqueira, Paula**

*Pcerqueira@FAL.pt*  
Universidade do Minho  
3A1

**Cerveira, Adelaide**

*cerveira@utad.pt*  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, CIO  
2C3, 3A3

**Chibeles Martins, Nelson**

*npm@fct.unl.pt*

Centro de Matemática e Aplicações, FCT- UNL  
2C8

**Constantino, Miguel**

*miguel.constantino@fc.ul.pt*

Centro de Investigação Operacional, Departamento  
de Estatística e Investigação Operacional,  
Universidade de Lisboa  
3A1, 3C2

**Correia, Gonçalo Homem de Almeida Rodriguez**

*gcorreia@dec.uc.pt*

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade  
de Coimbra - Departamento de Engenharia Civil  
2C2

**Correia, Isabel**

*isc@fct.unl.pt*

Departamento de Matemática / Centro de  
Matemática e Aplicações, FCT- UNL  
2C7, 4A8

**Costa, Anabela**

*anabela.costa@iscte.pt*

Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da  
Empresa  
4A6

**Costa, Carolina Simões da**

*carolinacosta@ua.pt*

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial da Universidade de Aveiro  
3A7

**Costa, Ruy**

*rcosta@fct.unl.pt*

FCT-UNL  
3C6

**Coutinho, João**

*coutinho@dec.uc.pt*

INESC - Coimbra / Departamento de Engenharia  
Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade de Coimbra  
3A7, 4A4, 4A8

**Cruz, Nuno**

*Nunofcruz@sapo.pt*

CESUR, Instituto Superior Técnico, Universidade  
Técnica de Lisboa  
3C7

**Custódio, Ana Luísa**

*alcustodio@fct.unl.pt*

Universidade Nova de Lisboa  
2C3

**Daniel, Guilherme**

*g\_daniel@sapo.pt*

Centro de Investigação Operacional - FCUL,  
Universidade de Lisboa  
3C7

**Delgado, Alexandrino**

*Alexandrino.Delgado@unicv.edu.cv*

Universidade de Cabo Verde  
4A2

**Dias, Ana Ferreira**

*anacecidias@hotmail.com*

Dep. Produção e Sistemas, Escola de Engenharia,  
Universidade do Minho  
2C4

**Dias, Joana Matos**

*joana@fe.uc.pt*

INESC-Coimbra, FEUC  
4A6

**Dias, Luis**

*lmcaldas@fe.uc.pt*

INESC Coimbra / Faculdade de Economia da  
Universidade de Coimbra  
2C7

**Dias, Luís**

*lsd@dps.uminho.pt*

Universidade do Minho  
3A1

**Dias, Luís**

*ldias@inescc.pt*

INESC Coimbra e FEUC  
3C7

**Duarte, António**

*aduarte@ipb.pt*  
Instituto Politécnico de Bragança  
4A1

**Esteves, Jorge Sá**

*saesteves@ua.pt*  
Universidade de Aveiro, Dep. de Matemática  
4A3

**Fedotova, Olga**

*olgafedotova@ua.pt*  
Universidade de Aveiro  
4A7

**Fernandes, André**

*andrecmfernandes@gmail.com*  
CESUR, Instituto Superior Técnico, Universidade  
Técnica de Lisboa  
3A6

**Fernandes, Leão José**

*leao.fernandes@clc.pt*  
CEG-IST, Instituto Superior Técnico, CLC- Companhia  
Logística de Combustíveis  
4A7

**Fernandes, Luís Merca**

*lmerca@co.it.pt*  
Instituto Politécnico de Tomar e Instituto de  
Telecomunicações  
3A3

**Fernandes, Miguel**

*miguel.fernandes@inegi.up.pt*  
INEGI, Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão  
Industrial  
2C6

**Fernandes, Susana**

*sfer@ualg.pt*  
Universidade do Algarve  
2C8

**Ferreira, Carlos**

*carlosf@ua.pt*  
DEGEI / CIO - Universidade de Aveiro  
4A2

**Ferreira, Eduarda Pinto**

*epf@isep.ipp.pt*  
ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto  
3A8

**Ferreira, Fernanda A.**

*fernandaamelia@eu.ipp.pt*  
ESEIG - Instituto Politécnico do Porto  
4A6

**Ferreira, José António de Vasconcelos**

*josev@ua.pt*  
DEGEI-Universidade de Aveiro  
3C4

**Ferreira, Liliana Catarina Rosa**

*liliana.ferreira@estg.ipleiria.pt*  
Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de  
Tecnologia e Gestão  
3C2

**Ferreira, Luis Miguel D. F.**

*lmferreira@ua.pt*  
Universidade de Aveiro  
4A7

**Figueiredo, Manuel C.**

*mcf@dps.uminho.pt*  
Universidade do Minho, Escola de Engenharia,  
Departamento de Produção e Sistemas  
3A5

**Figueiredo, Pedro**

*pfilipe\_figueiredo@hotmail.com*  
CESUR, Instituto Superior Técnico, Universidade  
Técnica de Lisboa  
3A6

**Fonseca, Maria da Conceição da**

*mdfonseca@fc.ul.pt*  
Centro de Investigação Operacional, FCUL -  
Universidade de Lisboa, Portugal  
2C6, 3C2

**Fontes, Dalila Benedita Machado Martins**

*fontes@fep.up.pt*  
Faculdade de Economia da Universidade do Porto e  
LIAAD-INESC Porto L. A.  
3C5



**Fontes, Fernando Arménio da Costa Castro e**

*faf@fe.up.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
e ISR Porto  
3C5

**Freire de Sousa, Jorge**

*jorgefreire@stcp.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C4

**Freitas, Paulo S.A.**

*paulo@uma.pt*

Centro de Investigação Operacional - FCUL,  
Universidade da Madeira  
4A5

**Galvão, Teresa**

*tgalvao@fe.up.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C4, 2C5

**Ganilho, Eduardo J. S.**

*ejs@netcabo.pt*

4A4

**Geraldes, Carla Alexandra Soares**

*carlag@ipb.pt*

Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior  
de Tecnologia e Gestão  
2C2

**Godinho, Ana Raquel**

*anaraquelduarte@gmail.com*

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
2C1

**Godinho, Maria Teresa**

*mtgodinho@ipbeja.pt*

Departamento de Matemática da Escola Superior de  
Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Beja  
2C1

**Godinho, Pedro**

*pgodinho@fe.uc.pt*

GEMF - FEUC

4A6

**Gomes, A. Miguel**

*agomes@fe.up.pt*

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do  
Porto, INESC Porto – Instituto de Engenharia de  
Sistemas e Computadores do Porto  
3A8

**Gomes, Catarina**

*rogue@gmail.com*

UNINOVA

3A7

**Gomes, Margarida M.**

*mmg@uninova.pt*

FCT/UNL

4A7

**Gomes, Marta Castilho**

*marta.gomes@ist.utl.pt*

CESUR, Instituto Superior Técnico  
3C1, 4A8

**Gomes, Rui Jorge**

*rjgomes@fe.up.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
2C4

**Gomes, Tiago**

*tiago.gomes@dps.uminho.pt*

Centro de Investigação Algorítmica, Universidade do  
Minho  
3C8, 4A2

**Gomes-Salema, Maria Isabel**

*mirg@fct.unl.pt*

Centro de Matemática e Aplicações, FCT-UNL

3A5

**Gonçalves, Graça**

*gmsg@fct.unl.pt*

FCT-UNL, CIO-FCUL

3C3

**Gonçalves, Luís**

*siuluis@gmail.com*

Universidade do Minho

3C2

**Gouveia, Luís**

*legouveia@fc.ul.pt*

Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, DEIO  
& Centro de Investigação Operacional  
2C5, 3C3

**Gromicho, Joaquim**

*JGromicho@ortec.nl*

Vrije Universiteit, Amsterdam & ORTEC, Gouda, The  
Netherlands  
3A3

**Guardão, Luís**

*lguardao@inescporto.pt*

INESC Porto  
2C8

**Guedes, Maria do Carmo Miranda**

*mmguedes@fc.up.pt*

Departamento de Matemática Aplicada - FCUP  
3C4

**Guimarães, Rui Campos**

*rcguimar@cotec.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
3A6

**Henggeler Antunes, Carlos**

*cantunes@inescc.pt*

Department of Electrical Engineering and Com-  
puters, University of Coimbra; INESC Coimbra  
2C7, 3A2

**Henriques, Carla Margarida Saraiva de Oliveira**

*coliv@inescc.pt*

INESC Coimbra  
3A2

**James, Ross J.W.**

*ross.james@canterbury.ac.nz*

University of Canterbury  
2C2

**João, Isabel M.**

*ijoao@deq.isel.ipl.pt*

Departamento de Engenharia Química, Instituto  
Superior de Engenharia de Lisboa  
2C7

**Júdice, Joaquim J.**

*Joaquim.Judice@co.it.pt*

Universidade de Coimbra e Instituto de  
Telecomunicações  
2C3, 3A3, Plenária I

**Junior, Flávio Neves**

*neves@utfpr.edu.br*

CPGEI - Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná, Brasil  
3A1

**Levy, João Quinhones**

*levy@civil.ist.utl.pt*

CESUR, Instituto Superior Técnico  
4A8

**Lima, Rui M.**

*rml@dps.uminho.pt*

Universidade do Minho, Escola de Engenharia,  
Departamento de Produção e Sistemas  
3A5

**Lobo, Victor**

*vlobo@isegi.unl.pt*

Escola Naval e ISEGI - UNL  
3A8

**Lopes, Carlos**

*carlos.lopes.ext@nsn.com*

Nokia Siemens Networks  
4A2

**Lopes, Gustavo**

*always\_metal@yahoo.com*

Dep. Eng. Civil FCTUC  
4A4

**Lopes, Rui Borges**

*rui.borges@ua.pt*

DEGEL / CIO - Universidade de Aveiro  
4A2

**Lorena, Luiz Antonio Nogueira**

*lorena@lac.inpe.br*

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil) -  
Laboratório Associado de Computação e  
Matemática Aplicada  
3A1

**Lourenço, Helena R.**

*helena.ramalhinho@upf.edu*

Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Espanha  
2C8

**Lourenço, João Carlos**

*joao.lourenco@ist.utl.pt*

CEG-IST, Centro de Estudos de Gestão do IST,  
Universidade Técnica de Lisboa  
3A7

**Lourenço, Lídia Lampreia**

*lll@fct.unl.pt*

FCT-UNL  
2C7

**Macedo, Rita Alexandra Santos Gonçalves de**

*rita@dps.uminho.pt*

Universidade do Minho  
3A5

**Machado, Virgílio Cruz**

*vcm@fct.unl.pt*

UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa  
4A2

**Machado, Virgínia Helena**

*vhm@fct.unl.pt*

UNIDEMI, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa  
4A2

**Margalho, Pedro**

*pedromargalho@netcabo.pt*

4A7

**Marques, Alexandra**

*alexmarques@isa.utl.pt*

Instituto Superior de Agronomia  
3C2

**Marques, Inês**

*ines.marques@fc.ul.pt*

Centro de Investigação Operacional, Universidade  
Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
3C1

**Marques, Rui Cunha**

*rcmar@civil.ist.utl.pt*

CESUR, Instituto Superior Técnico, Universidade  
Técnica de Lisboa  
2C6, 3A6, 3C4, 3C7, 4A4

**Martins, Isabel**

*isabelinha@isa.utl.pt*

Centro de Investigação Operacional, Departamento  
de Matemática, Instituto Superior de Agronomia  
3C2

**Martins, Paulo Triunfante**

*triumfante.martins@hotmail.com*

Marinha  
3A8

**Mateus, Vera M.P.**

*vera.mateus@ptcontact.pt*

PT Contact  
2C6

**Matos, Manuel**

*mmatos@inescporto.pt*

INESC Porto, Faculdade de Engenharia,  
Universidade do Porto  
4A5

**Matos, Tiago**

*tsm@ua.pt*

Universidade de Aveiro  
4A7

**Mendes, Armando B.**

*amendes@uac.pt*

CEEApIA e Universidade dos Açores  
3A6, 3C3

**Mendes, Luís Pedro do Vale**

*luislupe@gmail.com*

FEUC  
4A6

**Mesquita, Marta**

*marta@math.isa.utl.pt*  
Centro de Investigação Operacional (UL) / Instituto Superior de Agronomia (UTL)  
2C1

**Mestre, Ana**

*anamestre@ist.utl.pt*  
Centro de Estudos de Gestão, GEG-IST  
4A8

**Mingatos, Rodrigo Miranda**

*rodrigomingatos@ua.pt*  
Universidade de Aveiro  
3A7

**Miranda, João Luís de**

*jlmiranda@estgp.pt*  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Portalegre  
2C2, 3C6

**Miranda, Miguel**

*Miguel.Miranda@yazaki-europe.com*  
Yazaki  
3A2

**Monteiro, Helena**

*hagarez@gmail.com*  
Escola Secundária de S. Pedro – Vila Real  
3C6

**Monteiro, Marta Sofia Rodrigues**

*monteiro.marta@gmail.com*  
Faculdade de Economia da Universidade do Porto e LIAAD-INESC Porto L. A.  
3C5

**Morais, Rui Manuel**

*rmorais@av.it.pt*  
Instituto de Telecomunicações - Aveiro  
3C5

**Moreira, Ana**

*amm@di.fct.unl.pt*  
Departamento de Informática, Universidade Nova de Lisboa  
3A7

**Moreira, Maria do Rosário**

*mrosario@fep.up.pt*  
EDGE, Faculdade de Economia, Universidade do Porto  
3A1

**Morton, Alec**

*A.Morton@lse.ac.uk*  
Department of Management - Operational Research Group, London School of Economics and Political Science  
3A7, 3C7

**Mota, Alzira M.T. da**

*atm@isep.ipp.pt*  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
2C3

**Moura, Ana**

*ana.moura@ua.pt*  
INESC-Coimbra, Universidade de Aveiro  
3A5

**Mourão, Maria Cândida**

*cmourao@iseg.utl.pt*  
Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão & Centro de Investigação Operacional  
2C5

**Moz, Margarida**

*mmoz@iseg.utl.pt*  
Centro de Investigação Operacional (UL) / Instituto Superior de Economia e Gestão (UTL)  
2C1

**Neves, Sara J.**

*sjneves@opt.pt*  
OPT – Optimização e Planeamento de Transportes, S. A.  
2C5

**Nickel, Stefan**

*s.nickel@orl.uni-saarland.de*  
Institute for Operations Research, University of Karlsruhe (TH), Germany  
4A8

**Noncheva, Veska**

*veska@uac.pt*

University of Plovdiv "Paisii Hilendarski, Bulgaria  
3A6

**Novais, Augusto Q.**

*augusto.novais@ineti.pt*

Dep. Simulação e Modelação, DMS, INETI  
2C8, 3C1

**Nunes, Ana Catarina**

*catarina.nunes@iscte.pt*

IBS-ISCTE e Centro IO  
2C5

**Nunes, Eusébio**

*enunes@dps.uminho.pt*

Departamento de Produção e Sistemas, Escola de  
Engenharia, Universidade do Minho  
4A7

**Oliveira, Joaquim Vitor**

*engvitor@gmail.com*

Dep. Produção e Sistemas, Escola de Engenharia,  
Universidade do Minho  
2C4

**Oliveira, José A.**

*zan@dps.uminho.pt*

Universidade do Minho  
3A1, 3C2, 4A1

**Oliveira, José Fernando**

*jfo@fe.up.pt*

Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia e  
INESC Porto  
3C8

**Oliveira, Lia Coelho de**

*lia\_c\_oliveira@hotmail.com*

Universidade do Minho, Programa de  
Doutoramento MIT|Portugal – LTI  
3A5

**Oliveira, Maria Natália**

*noliveira@stcp.pt*

STCP  
3C4

**Oliveira, Marisa J.**

*mjo@isep.ipp.pt*

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto,  
INESC Porto – Instituto de Engenharia de Sistemas e  
Computadores do Porto  
3A8

**Oliveira, Mónica**

*monica.oliveira@ist.utl.pt*

Centro de Estudos de Gestão do Instituto Superior  
Técnico  
3C7, 4A8

**Oliveira, Rui**

*roliv@ist.utl.pt*

CESUR/DEC-Instituto Superior Técnico, Universidade  
Técnica de Lisboa  
4A3

**Orestes Cerdeira, Jorge**

*orestes@isa.utl.pt*

Instituto Superior de Agronomia  
3A2

**Pacheco, Maria F.**

*pacheco@ipb.pt*

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto  
Politécnico de Bragança  
3C3

**Paias, Ana**

*ampaiais@fc.ul.pt*

Centro de Investigação Operacional (UL) /  
Faculdade de Ciências (UL)  
2C1, 3C5

**Pais, Tiago Cardal**

*txp@cs.nott.ac.uk*

School of Computer Science and IT, University of  
Nottingham, UK  
2C1

**Paixão, José Manuel**

*jmpaixao@fc.ul.pt*

Departamento de Estatística e Investigação  
Operacional, Universidade de Lisboa  
2C5

**Pavan, Claunir**

*pavan@ua.pt*

Instituto de Telecomunicações e Departamento de  
Electrónica, Telecomunicações e Informática -  
Universidade de Aveiro  
3C5

**Pereira, Ana Sofia**

*ana.pereira@widescope.pt*

Wide Scope Sistemas de Planeamento e  
Optimização, Lda.  
2C1

**Pereira, Guilherme A. B.**

*gui@dps.uminho.pt*

Universidade do Minho - Escola de Engenharia  
2C2, 3A1

**Pereira, Teresa**

*teresapereira@eu.ipp.pt*

Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão  
do Instituto Politécnico do Porto  
2C7

**Pimentel, Afonso**

*afonso.pimentel@gmail.com*

Departamento de Informática, Universidade Nova  
de Lisboa  
3A7

**Pimentel, Carina**

*carina@dps.uminho.pt*

Centro Algoritmi - Universidade do Minho  
3C8, 4A1

**Pinho de Sousa, Jorge**

*jsousa@fe.up.pt*

INESC Porto / Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto  
2C4, 2C8

**Pinto, Armando Nolasco**

*anp@ua.pt*

Instituto de Telecomunicações e Departamento de  
Electrónica, Telecomunicações e Informática -  
Universidade de Aveiro  
3C5

**Pinto, Leonor Santiago**

*lpinto@iseg.utl.pt*

Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior  
de Economia e Gestão & CEMAPRE  
2C5

**Pinto, Sofia Val**

*sofia@frilixa.com*

Frilixa, Fábrica de Equipamentos Frigoríficos, Lda  
3C8

**Pinto-Varela, Tânia Rute**

*tania.pinto@ineti.pt*

Dep. Simulação e Modelação, DMS, INETI and  
Centro de Estudos de Gestão do IST, CEG-IST  
3C1

**Pinto Paixão, José**

*jpaixao@fc.ul.pt*

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
4A6

**Portela, Maria da Conceição**

*csilva@porto.ucp.pt*

Universidade Católica Portuguesa, Porto  
2C6

**Prasad, Kunal**

IIT Kharagpur

4A1

**Ramos, Ana Sofia**

*sofia.amos@ua.pt*

Universidade de Aveiro  
3A2

**Ramos, Ana Luísa Ferreira Andrade**

*aramos@ua.pt*

DEGEI-Universidade de Aveiro  
3C4

**Ramos, Tânia Rodrigues Pereira**

*tania.amos@iscte.pt*

ISCTE Business School  
3A5

**Relvas, Susana**

*susanaicr@ist.utl.pt*

CEG - Instituto Superior Técnico, UTL  
3A1, 4A7

**Requejo, Cristina**

*crequejo@ua.pt*

CEOC e Departamento de Matemática -  
Universidade de Aveiro  
3A2, 3C5

**Ribeiro, Glaydston Mattos**

*glaydstonribeiro@ceunes.ufes.br*

Universidade Federal do Espírito Santo (Brasil) -  
Centro Universitário Norte do Espírito Santo  
3A1

**Ribeiro, Clélia**

*clélia\_ribeiro@yahoo.com*

Centro de Investigação Operacional da Universidade  
de Lisboa  
3C5

**Ribeiro, Isabel Martins**

*iribeiro@fe.up.pt*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
3A3

**Ribeiro, Rita A.**

*rar@uninova.pt*

Uninova, UNL/FCT  
3A7, 3C1

**Rietz, Jürgen**

*juergen\_rietz@gmx.de*

Universidade do Minho  
4A3

**Rocha, Clara**

*clara\_pr@portugalmail.pt*

INESC Coimbra / Escola Superior de Tecnologia da  
Saúde de Coimbra  
2C7

**Rocha, Humberto**

*hrocha@mat.uc.pt*

Universidade Católica  
2C3

**Rodrigues, António J.L.**

*ajrodrigues@fc.ul.pt*

Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa e  
Centro de Investigação Operacional – FCUL  
2C6, 3C7, 4A5

**Saldanha-da-Gama, Francisco**

*fsgama@fc.ul.pt*

Departamento de Estatística e Investigação  
Operacional / CIO, Faculdade de Ciências,  
Universidade de Lisboa  
2C7, 4A8

**Santiago, Sérgio**

*sdgsantiago@gmail.com*

STCP

3C4

**Santos, Beatriz Sousa**

*bss@ua.pt*

DETI / IEETA - Universidade de Aveiro  
4A2

**Santos, Bruno**

*bsantos@dec.uc.pt*

Universidade de Coimbra  
3C5

**Santos, Jorge M.A.**

*jmas@uevora.pt*

Universidade de Évora  
3C3

**Santos, José Luis**

*zeluis@mat.uc.pt*

Departamento de Matemática, Universidade de  
Coimbra  
2C5, 3C4

**Sarabando, Paula**

*psarabando@mat.estv.ipv.pt*

INESC Coimbra e ESTV  
3C7

**Serrão, Amílcar**

*aserrao@uevora.pt*

Universidade de Évora, Departamento de Gestão  
4A6

**Sherali, Hanif D.**

*hanifs@vt.edu*  
Virginia Tech  
3A3

**Silva, Elsa**

*elsa@dps.uminho.pt*  
Centro de Investigação Algorítmica, Universidade do Minho  
3C8

**Silva, Emiliana**

*emiliana@uac.pt*  
CEEApIA e Universidade dos Açores  
3A6

**Simões, Pedro**

*psimoes@civil.ist.utl.pt*  
CESUR, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa  
2C6, 3A6, 3C7

**Smirnov, Georgi**

*gsmirnov@fc.up.pt*  
Departamento de Matemática Aplicada - FCUP  
3C4

**Smith, Jenifer**

*Jenifer.Smith@iow.nhs.uk*  
Isle of Wight NHS Primary Care Trust  
3C7

**Teixeira, Ana Paula**

*ateixeir@utad.pt*  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro / CIO  
3C6

**Teixeira, Luís**

*luis.teixeira@criticalsoftware.com*  
Critical Software  
3C4

**Teixeira, Paulo Fonseca**

*pft@ist.utl.pt*  
IST  
3C4

**Teixeira, Tiago Emanuel Magalhães**

*tiagoeman@gmail.com*  
Universidade de Aveiro  
3A7

**Telhada, João**

*joao.telhada@fc.ul.pt*  
Centro de Investigação Operacional, Universidade de Lisboa  
2C1, 2C8

**Telhada, José**

*telhada@dps.uminho.pt*  
Dep. Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho  
2C4

**Tralhão, Lino**

*linotralhao@netcabo.pt*  
INESC-Coimbra  
3A7, 4A4, 4A8

**Vaaben, Bo**

*Bo.Vaaben@jeppesen.com*  
Jeppesen Optimization Solutions AB - Denmark  
4A4

**Vairinhos, Valter**

*valter.vairinhos@sapo.pt*  
Escola Naval  
3A8

**Valente, Jorge Miguel Silva**

*jvalente@fep.up.pt*  
LIAAD - INESC Porto LA, Faculdade de Economia, Universidade  
3A1, 4A1

**Valério de Carvalho, J. M.**

*vc@dps.uminho.pt*  
Centro de Investigação Algorítmica e Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho  
3A5, 3A8, 3C8, 4A1, 4A3

**Varela, Maria Leonilde Rocha**

*leonilde@dps.uminho.pt*  
Dept. Production and Systems, University of Minho, Azurém Campus, Guimarães  
3C1

**Vaz, A. Ismael F.**

*aivaz@dps.uminho.pt*  
Universidade do Minho  
2C3



**Vaz, Clara Bento**

*clvaz@ipb.pt*

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto  
Politécnico de Bragança  
3A6

**Vaz Pato, Margarida**

*mpato@iseg.utl.pt*

Centro de Investigação Operacional (UL) / Instituto  
Superior de Economia e Gestão (UTL)  
2C1, 3C1, 3C3

**Vetschera, Rudolf**

*Rudolf.Vetschera@univie.ac.at*

Faculty of Business, Economics and Statistics Uni-  
versity of Vienna  
3C7

**Vicente, Luís Nunes**

*lnv@mat.uc.pt*

Universidade de Coimbra  
2C3

**Vilar, Valter Miguel Oliveira**

*valtermvilar@gmail.com*

Universidade do Minho  
4A1

**Vilarinho, Pedro Manuel**

*f460@ua.pt*

DEGEI - Universidade de Aveiro  
4A1

**Xambre, Ana Raquel**

*raquelx@ua.pt*

DEGEI - Universidade de Aveiro  
4A1

**Ye, Mujing**

*MujingYe2012@u.northwestern.edu*

Northwestern University, USA  
3C2

## **NOTAS**

## **NOTAS**

## **NOTAS**