

Co-organização: ISEG CEMAPRE Centro IO

Nota de Abertura

Em primeiro lugar, quero saudar todos os participantes do IO 2006 - 12º Congresso da APDIO, afinal a matéria essencial para a realização destes encontros. A realização continuada destes congressos mostra que a Investigação Operacional é uma realidade em Portugal.

Ainda antes do seu início alguns dos objectivos do congresso foram atingidos:

- o potencial encontro como momento de troca, confronto e partilha de ideias, vertidas nas 145 comunicações apresentadas, envolvendo 275 autores;
- a afirmação da APDIO como organização implantada no País que em cada congresso se renova, em participantes (mais de 220), em comissões organizadoras e de programa, que ao mesmo tempo que passam um testemunho, contribuem para o alargamento da comunidade.

Importa, pelo que foi dito, realçar o contributo daqueles cujo esforço e dedicação permitiram a realização deste evento. Em primeiro lugar a Comissão Organizadora, cujo empenho e profissionalismo tornaram possível esta realização. Em segundo lugar, a Comissão de Programa, cuja actividade foi enormemente facilitada pelo empenho dos seus membros, que em grande número compareceram na reunião preparatória do congresso, o que permitiu resolver muito rapidamente todas as questões que foram surgindo. Nesta reunião foi, também, discutida a natureza destes encontros, a sua relevância nacional e alternativas para realizações futuras.

O estudo, na sua quarta edição, é já uma realização consolidada destes encontros, cuja organização, nesta edição, recaiu desta vez sobre a Conceição Fonseca. A ligação da IO ao mundo das empresas, com o concurso de algumas organizações de grande dimensão, será abordada numa sessão temática dedicada, organizada por Pinto Paixão. Por último, importa realçar a sessão sobre o ensino da IO, da responsabilidade da Maria Antónia Carravilla, pela importância que tem na captação de novos alunos, e pelo impacto futuro que pode ter na nossa sociedade. Somos uma comunidade já com alguma relevância e seria desejável que, em futuras edições, houvesse uma maior apresentação de experiências.

Uma nota sobre a organização das sessões. A arrumação das comunicações em sessões com alguma coerência não é uma tarefa fácil e o resultado será sempre discutível. A diversidade temática das comunicações apresentadas reflecte o dinamismo da comunidade, bem como a sua abertura às novas ideias e experiências.

Espero que este encontro contribua para a afirmação da Investigação Operacional na sociedade portuguesa. Essa afirmação depende de todos nós, do nosso empenho neste evento e nas ideias que surjam para a construção dos futuros encontros. Bom trabalho!

Pedro Oliveira
Presidente da Comissão de Programa

Comissão Organizadora

Margarida Vaz Pato (presidente)

Cândida Mourão

Conceição Fonseca

José Passos

Leonor Pinto

Margarida Moz

Miguel Constantino

Comissão de Programa

Pedro Oliveira (presidente)

Alfredo Egídio dos Reis

Ana Paula Barbosa-Póvoa

Ana Viana

António José Rodrigues

Carlos Ferreira

Carlos Henggeler

Carlos Luz

Carlos M. Fonseca

Conceição Portela

Domingos Cardoso

Edite Fernandes

João Clímaco

João Pedro Pedroso

Joaquim Júdice

Jorge Freire

Jorge Orestes Cerdeira

Jorge Pinho de Sousa

José Fernando Gonçalves

José Fernando Oliveira

José Rodrigues Dias

José Soeiro Ferreira

José Valério de Carvalho

Luís Gouveia

Maria Eugénia Captivo

Maria João Alves

Marília Pires

Nuno Moreira

Rita Ribeiro

Ruy Costa

Sameiro Carvalho

Teresa Almeida

Patrocínios / Apoios

Casino Estoril

FCT

Fundação Calouste Gulbenkian

Barclays

Delta Cafés

Widescope

Caixa Geral de Depósitos

ctt correios

Escolar Editora

Serra Estrela

Índice

Plano Geral	9
Sessão: estudo	Sala: Auditório I (Piso 2) 12
Domingo (dia 8)	15:00 - 18:00 12
Sessão SA1: Abertura	Sala: Auditório I (Piso 2) 22
Segunda feira (dia 8)	9:30 - 11:00 22
Sessão: SP1 - Plenária 1	Sala: Auditório I (Piso 2) 23
Segunda feira (dia 9)	11:30 - 12:30 23
Sessão: SP2 - Plenária 2	Sala: Auditório I (Piso 2) 24
Segunda feira (dia 9)	14:00 - 15:00 24
Sessão: SC1 - Optimização I	Sala: Milenium BCP (Piso 3) 25
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 25
Sessão: SC2 - Meta-heurísticas I	Sala: 202 (Piso 2) 27
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 27
Sessão: SC3 - Grafos e Redes I	Sala: Auditório I (Piso 2) 30
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 30
Sessão: SC4 - Rotas	Sala: 303 (Piso 3) 32
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 32
Sessão: SC5 - Produção I	Sala: CGD (Piso 4) 35
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 35
Sessão: SC6 - Transportes I	Sala: Edifer (Piso 2) 38
Segunda feira (dia 9)	15:10 - 16:30 38
Sessão: SEmp - Empresas	Sala: Auditório I (Piso 2) 40
Segunda feira (dia 9)	17:00 - 18:30 40
Sessão: TA1 - Optimização II	Sala: Auditório III (Piso 2) 42
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 42
Sessão: TA2 - DEA I	Sala: UNICRE (Piso 3) 44
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 44
Sessão: TA3 - Multicritério I	Sala: Auditório I (Piso 2) 46
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 46
Sessão: TA4 - Multiobjectivo I	Sala: 306 (Piso 3) 48
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 48
Sessão: TA5 - Data Mining	Sala: CGD (Piso 4) 50
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 50
Sessão: TA6 - Economia e Finanças I	Sala: Edifer (Piso 2) 53
Terça feira (dia 10)	9:00 - 10:00 53
Sessão: TB1 - Localização I	Sala: Auditório III (Piso 2) 55
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 55
Sessão: TB2 - DEA II	Sala: UNICRE (Piso 3) 57
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 57
Sessão: TB3 - Grafos e Redes II	Sala: Auditório I (Piso 2) 60
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 60
Sessão: TB4 - Multiobjectivo II	Sala: 306 (Piso 3) 62
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 62
Sessão: TB5 - Transportes II	Sala: CGD (Piso 4) 64
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 64
Sessão: TB6 - Modelos Estocásticos I	Sala: Edifer (Piso 2) 66
Terça feira (dia 10)	10:10 - 11:10 66
Sessão: TEEns - Ensino	Sala: Auditório I (Piso 2) 68
Terça feira (dia 10)	11:30 - 13:00 68

Sessão: TP3 - Plenária 3	Sala: Auditório I (Piso 2).....	70
Terça feira (dia 10)	14:00 - 15:00	70
Sessão: TC1 - Localização II	Sala: Auditório III (Piso 2)	71
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	71
Sessão: TC2 - Redes Neurais.....	Sala: UNICRE (Piso 3).....	74
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	74
Sessão: TC3 - Multicritério II	Sala: Auditório I (Piso 2).....	77
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	77
Sessão: TC4 - Escalonamento.....	Sala: 306 (Piso 3)	79
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	79
Sessão: TC5 - Produção II.....	Sala: CGD (Piso 4)	83
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	83
Sessão: TC6 - Economia e Finanças II	Sala: Edifer (Piso 2)	86
Terça feira (dia 10)	15:10 - 16:30	86
Sessão: TD1 - Modelos Estocásticos II	Sala: Auditório III (Piso 2)	88
Terça feira (dia 10)	17:00 - 18:20	88
Sessão: TD2 - DEA III	Sala: UNICRE (Piso 3).....	91
Terça feira (dia 10)	17:00 - 18:20	91
Sessão: TD3 - Avaliação de Desempenho.....	Sala: Auditório I (Piso 2).....	94
Terça feira (dia 10)	17:00 - 18:40	94
Sessão: TD4 - Logística I	Sala: 306 (Piso 3)	97
Terça feira (dia 10)	17:00 - 18:20	97
Sessão: TD5 - Sequenciamento I.....	Sala: Edifer (Piso 2)	101
Terça feira (dia 10)	17:00 - 18:20	101
Sessão: QA1 - Programação Inteira I	Sala: Auditório III (Piso 2)	106
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	106
Sessão: QA2 - DEA IV.....	Sala: 202 (Piso 2)	108
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	108
Sessão: QA3 - Grafos e Redes III	Sala: Auditório I (Piso 2).....	110
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	110
Sessão: QA4 - Multiobjectivo III.....	Sala: 303 (Piso 3)	112
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	112
Sessão: QA5 - Produção III.....	Sala: CGD (Piso 4)	114
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	114
Sessão: QA6 - Corte e Empacotamento I	Sala: Edifer (Piso 2)	116
Quarta feira (dia 11).....	9:00 - 10:00.....	116
Sessão: QB1 - Programação Inteira II.....	Sala: Auditório III (Piso 2)	118
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	118
Sessão: QB2 - Meta-heurísticas II.....	Sala: 202 (Piso 2)	120
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	120
Sessão: QB3 - Multicritério III	Sala: Auditório I (Piso 2).....	122
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	122
Sessão: QB4 - Logística II	Sala: 303 (Piso 3)	124
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	124
Sessão: QB5 - Sequenciamento II.....	Sala: CGD (Piso 4)	127
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	127
Sessão: QB6 - Corte e Empacotamento II	Sala: Edifer (Piso 2)	129
Quarta feira (dia 11).....	10:10 - 11:10	129
Sessão: QP4 - Plenária 4	Sala: Edifer (Piso 2)	130
Quarta feira (dia 11).....	11:30 - 12:30	130
Moderadores		131
Autores		133

Plano Geral

	Domingo 8	Segunda 9	Terça 10	Quarta 11
9:00 - 9:30			Paralelas	Paralelas
9:30 - 10:00		Abertura	TA1, TA2, TA3, TA4, TA5, TA6	QA1, QA2, QA3, QA4, QA5, QA6
10:00 - 10:10			Mini intervalo	Mini intervalo
10:10 - 11:10			Paralelas TB1, TB2, TB3, TB4, TB5, TB6	Paralelas QB1, QB2, QB3, QB4, QB5, QB6
11:10-11:30		Intervalo / Posters	Intervalo	Intervalo
11:30 - 12:30		Plenária 1	Sessão Ensino	Encerramento / Plenária 4
12:30-14:00		Almoço / Posters	Almoço	Almoço
14:00 - 15:00		Plenária 2	Plenária 3	
15:00 - 15:10		Mini intervalo	Mini intervalo	
15:10 - 16:30	estudo IO	Paralelas SC1, SC2, SC3, SC4, SC5, SC6	Paralelas TC1, TC2, TC3, TC4, TC5, TC6	
16:30-17:00		Intervalo / Posters	Intervalo	
17:00-18:30		Sessão Empresas	Paralelas TD1, TD2, TD3, TD4, TD5	
18:30 - 19:30		Porto de Honra (no ISEG)		
19:30			Partida do ISEG para o jantar	

Domingo

Sessão: estudIO**Sala: Auditório I (Piso 2)****Domingo (dia 8)****15:00 - 18:00**

Moderador: Maria Conceição Fonseca

Comunicações Convidadas

O Contraste entre a Teoria e a Prática na Optimização de Rotas

Joaquim Gromicho jgromicho@ortec.nl

A determinação de rotas óptimas abrange uma grande parte da logística de transportes, e a sua importância não pára de crescer, devido à enorme concorrência que se faz sentir entre as diferentes transportadoras. Associado à determinação de rotas óptimas existe um leque vasto de modelos de programação matemática. Esta apresentação começa por enumerar os aspectos teóricos da optimização de rotas. Sobressai o conceito de modelo, que é devidamente ilustrado, demonstrando como os modelos possibilitam a aplicação da Matemática à resolução de problemas. Rapidamente concluímos que os modelos apropriadas à optimização de rotas em geral originam problemas de difíceis por natureza, mesmo na sua forma mais simples. Para além disso, salientamos as generalizações já existentes que visam modelar a melhor a realidade. A segunda parte começa por mostrar o estado actual da tecnologia de optimização envolvida na resolução deste tipo de problemas, e demonstra que ainda há um longo caminho a cumprir. Para isso basta notar que existem inúmeros aspectos da realidade que são completamente ignorados pelos modelos que conhecemos hoje em dia.

Palavras-Chave: Optimização de rotas, Modelos, Complexidade, Aplicações

O papel da Investigação Operacional

Filipe Carvalho filipe.carvalho@widescope.ptAna Sofia Pereira ana.pereira@widescope.pt

Ao longo das últimas décadas temos assistido a uma evolução exponencial na área das tecnologias de informação e telecomunicações, que têm alterado a forma como se gerem processos e negócios. Enquanto certas tecnologias como bases de dados, relatórios, gráficos, sistemas web, entre outros, parecem ter uma posição clara e assegurada, encontramos ainda muitas dúvidas sobre o posicionamento da Investigação Operacional e do seu papel nesta revolução tecnológica, particularmente a nível nacional. Procuraremos apresentar pontos de vista para esta questão - e lançar o debate - através da partilha de experiências da Wide Scope na implementação de projectos de optimização em empresas nacionais.

Palavras-Chave: Optimização, Tecnologias de informação

Posters

Sistema Interactivo para Organização dos Conselhos de Turma numa Escola Básica

Nuno Couto	ncouto@sapo.pt
Paula Silvestre	silvestre_paula@hotmail.com
Sónia Silva	soniacmsilva@portugalmail.pt
Francisco Saldanha da Gama	fsgama@fc.ul.pt

Em qualquer escola básica 2/3 ou secundária, ao longo de um ano lectivo, é necessário reunir todos os conselhos de turma (por exemplo, para atribuição de classificações no fim do período). O conselho de uma turma é uma reunião em que estão presentes todos os professores dessa turma. O objectivo de qualquer conselho executivo é que estas reuniões ocorram (globalmente) no menor espaço de tempo possível. Tal pode ser conseguido constituindo grupos com as turmas garantindo que as reuniões dos correspondentes conselhos de turma podem ocorrer em simultâneo. Contudo, o número de grupos deverá ser o menor possível. O problema surge pelo facto de cada professor, em geral, leccionar várias turmas, o que obriga a que o conselho de cada uma dessas turmas tenha que ocorrer numa altura diferente. O problema concreto analisado diz respeito à Escola Básica 2+3 Maria Veleda em Santo António dos Cavaleiros. Com o intuito de resolver o problema foi desenvolvida uma heurística para obtenção de uma solução admissível. Essa heurística foi implementada em C++ e integrada num interface que permitirá à escola introduzir, remover ou modificar a informação necessária, relativa aos professores, às turmas e às disciplinas leccionadas. Este trabalho foi desenvolvido no segundo semestre do ano lectivo 2005/06 no âmbito da disciplina Projecto de Investigação Operacional II da licenciatura em Estatística e Investigação Operacional na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Palavras-Chave: escola básica, interface, C++, conselhos de turma

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Algoritmos e Estruturas de Dados para o Problema do Caminho Mais Curto

Hugo Gonçalves Serrado	hugoserrado@gmail.com
João Pedro Pedroso	jpp@fc.up.pt

A rápida proliferação de sistemas de navegação e de GPS tem criado uma nova procura para algoritmos eficientes para o problema do caminho mais curto. Nos problemas recentes há um número muito elevado de vértices, em grafos cujo numero de arcos é da mesma ordem de grandeza da dos vértices. Nestes problemas há tipicamente a possibilidade de pré-processar os dados, de forma a que a resposta a *queries* de caminho mais curto entre dois vértices possa ser o mais rápida possível. Neste trabalho iremos apresentar desenvolvimentos recentes nesta área, e algoritmos e estruturas de dados específicos para esta aplicação.

Palavras-Chave: Problema do caminho mais curto

Projecto Cleópatra II

Joel Ricardo Sanches Pacheco
Miguel Regal Teixeira

pacheco@fe.up.pt
miguel.regal@fe.up.pt

Concepção e elaboração de um Sistema de Apoio à Decisão, na área do planeamento da produção, logístico e comercial de uma indústria de processo. O sistema é genérico e parametrizável, permitindo com facilidade modelar uma indústria de processo para um horizonte temporal variável e com uma qualquer estrutura física. Desenvolvimento e parametrização do sistema genérico à empresa CUF-QI, relativamente à produção de produtos orgânicos. O funcionamento da CUF-QI requer um planeamento com um horizonte temporal extenso que contemple não só a produção como todos os aspectos que lhe estão associados, nomeadamente a gestão de stocks, as vendas, as compras de matérias primas, o planeamento de todos os transportes, desde camiões-cisterna a vagões ferroviários ou navios, etc. Este sistema é baseado num modelo de programação inteira mista que representa toda a produção, a logística e a actividade comercial da CUF-QI. Este modelo é resolvido por uma heurística de melhoramento que recorre a um módulo de programação linear. As soluções obtidas correspondem a um planeamento diário com um horizonte de 90 dias.

Palavras-Chave: Indústria de Processo, Programação Linear, Planeamento, Produção, Logística, Comercial, Fluxo Contínuo, Heurística

Determinação de Rotas

Rui Pedro Borges do Amaral Araújo
Paulo Jorge Almeida Borges

rpbaa@sapo.pt
pjaborges@gmail.com

Uma empresa que opera na área de Lisboa, distribui diariamente refrigerantes a diversos estabelecimentos de venda ao público, a partir do seu armazém. Para isso, a empresa dispõe de uma frota de veículos para a distribuição das bebidas. A empresa pretende algumas soluções para um planeamento das rotas de distribuição, com vista a minimizar o número de veículos utilizados e o consumo de combustível, estando este directamente relacionado com a distância percorrida. A heurística desenvolvida começa por agrupar conjuntos de clientes, determinando depois rotas entre clientes do mesmo conjunto, escolhendo depois a melhor.

Palavras-Chave: Rotas, Caixeiro Viajante

Métodos Heurísticos para o CVRP - Problema de Roteamento de Veículos com Capacidades

César Augusto Leite Freitas
Ana Margarida Fidalgo Pinheiro
Pedro Braga da Cruz de Resende Sebe

cesar_augusto@portugalmail.pt
guidinha@portugalmail.pt
pedrosebe@sapo.pt

Nesta comunicação apresenta-se o resultado de trabalho desenvolvido no âmbito da disciplina de Métodos Heurísticos da Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática da Universidade do Minho. O problema de roteamento de veículos com capacidades (VRP) é um problema de optimização combinatoria de difícil solução e foi classificado como um problema NP-difícil (Lenstra e Rinnooy Kan 1981). A sua variante com restrições de capacidade nos veículos (CVRP) é também um problema de

difícil abordagem pelos métodos de Optimização, quando se lida com instâncias de grande dimensão. Desta forma, procura-se efectuar a resolução do problema através dos métodos aproximados, os quais fornecem boas soluções para o problema, mas não necessariamente óptimas. O trabalho teve duas fases que correspondem a abordagens heurísticas diferentes. Na primeira abordagem implementou-se uma heurística construtiva do tipo inserção. Na segunda fase, desenvolveu-se um método de Pesquisa Local, baseado em duas estruturas de vizinhança diferentes. Apresentam-se alguns resultados de experiências computacionais.

Palavras-Chave: Java, CVRP, pesquisa local

Escalonamento de Viaturas com Restrição de Tempo Máximo

João Oliveira Justino jojustino@gmail.com

Mário Martinho fredmartinho@gmail.com

Foi utilizada uma abordagem que consiste em gerar automaticamente todos os circuitos de viagens compatíveis. Após este passo, é possível utilizar um formulação em Programação Binária para encontrar o escalonamento óptimo, de modo a reduzir a distância entre viagens e o número de viaturas utilizadas.

Palavras-Chave: Circuitos Compatíveis; Programação Binária

Simulação de um Serviço de Urgências Hospitalar

Andreia Marisa Penso Pereira

andreia_penso@yahoo.com

Rita Alexandra Santos Gonçalves de Macedo

ritagmacedo@yahoo.com.br

A simulação consiste no processo de construção de um modelo que replique o funcionamento de um sistema real, com o objectivo de melhor compreender a sua natureza, identificar alguns dos seus problemas específicos, testar diferentes alternativas para a sua operação (a nível computacional) e assim propor melhores formas de operá-lo, avaliando os benefícios de novos investimentos antes de serem comprometidos quaisquer recursos. É uma ferramenta indicada para sistemas onde as consequências das relações existentes entre os seus diversos componentes não são conhecidas a priori e dificilmente traduzidas de uma maneira analítica, sendo deste modo possível quantificar os potenciais ganhos de diferentes alternativas. O objectivo do presente trabalho foi, utilizando esta ferramenta, fazer uma análise de um Serviço de Urgências Hospitalar simplificado, a funcionar com um Sistema de Triagem de Manchester (STM). O STM foi implementado em Manchester em 1997 e desde então adoptado como norma nos hospitais do Reino Unido, encontrando-se actualmente em vigor em vários hospitais portugueses. O seu objectivo é fazer uma triagem de prioridades, ou seja, identificar critérios de gravidade que, de uma forma objectiva e sistematizada, indicam a prioridade clínica com que o utente deve ser atendido e o respectivo tempo alvo recomendado até à observação médica, sendo distinguidos 5 níveis de urgência a que correspondem 5 cores. Para a modelação e análise deste problema foi utilizado o software ARENA, um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, análise estatística e análise de resultados. O modelo desenvolvido permitiu fazer um estudo dos vários aspectos relacionados com o normal funcionamento do sistema, com vista à sua optimização, para diferentes níveis de solicitação e recursos disponíveis, sempre com o objectivo de garantir um bom nível de serviço, mantendo os custos

controlados. A análise final evidenciou a importância de evitar a formação de gargalos no processo de triagem e em etapas do percurso dos utentes que o antecedem, para que o sistema de prioridades no qual o STM se baseia não seja desvirtuado.

Palavras-Chave: Simulação, ARENA, Triagem de Manchester

Estratégia de Escalonamento em Empresa de Serviço de Transporte Público: o Caso dos STCP

António Manuel Pereira da Silva Amaral antonio.manuel.amaral@gmail.com

O trabalho desenvolvido na Sociedade de Transportes Colectivos do Porto (STCP, SA), na área das operações teve como objectivos principais: i) introduzir os Descansos e Férias automaticamente na escala diária, sem que haja necessidade de injectar motoristas para cobrir tais situações; ii) reduzir a presença de motoristas escalados no sistema. Para isso foi necessário analisar o funcionamento actual de todo o sistema e criar procedimentos que permitissem implementar tais objectivos. A política de dimensionamento e constituição de grupos foi reformulada passando de um grupo por Megalinha para três. Esta medida permitiu gerar duas situações importantes: em primeiro lugar, criar grupos com funções distintas que interagem de uma forma muito particular, seja em regime de complementaridade ou de substituição programada; em segundo lugar, individualizar a presença dos motoristas escalados a uma só Megalinha ao invés de várias Megalinhãs como acontecia anteriormente. Foram utilizadas duas abordagens distintas para resolver o problema apresentado, uma baseada num modelo de Programação Linear e outra baseada numa heurística que pondera a transição do número de serviços ao longo da semana. Os resultados alcançados, pelos diferentes modelos, permitiram distribuir os motoristas de modo a inserir os descansos e as férias de uma forma automática na escala e ainda reduzir a necessidade de motoristas escalados no sistema entre 15% a 17%.

Palavras-Chave: Megalinha; Descansos; Férias; Escala; Grupos

Elaboração de Horários Escolares

Andreia Margarida Rema Teixeira Dionisio andrea_r_d@hotmail.com
André Gonçalo Freitas Osório andregosorio@sapo.pt
Alexandre Miguel Santos Silva alexandreSsilva@gmail.com

Desenvolvimento e implementação, em linguagem de programação C, de uma heurística para a construção de horários escolares para os alunos e respectivos professores. A heurística foi testada na elaboração dos horários dos 5º e 6º anos da escola básica 2+3 Maria Veleda de Santo António dos Cavaleiros com resultados muito satisfatórios. No algoritmo proposto foi dada preferência à marcação dos horários das turmas com eventual prejuízo nos horários dos professores. Foram consideradas várias condições às quais os horários dos alunos devem obedecer, entre as quais: - Os horários não podem ter furos; - A carga horária diária é limitada; - Existência de um período mínimo para almoço; - Existência de períodos (reuniões de professores) nos quais não podem existir aulas; Consideraram-se ainda algumas condições que não sendo obrigatórias é desejável que sejam verificadas, como por exemplo: - Cada professor tem um dia livre; - O número de furos no horário de um professor é mínimo. - Distribuição equilibrada das aulas de uma mesma disciplina ao longo da semana; Apresentam-se os horários obtidos para as 7 turmas do 5º ano (4 de manhã e 3 de tarde) e para as 6 turmas do 6ºano (3

de manhã e 3 de tarde) bem como os horários dos 42 professores. O horário de cada turma contempla 13 disciplinas correspondendo a uma carga total semanal de 34 horas para os 5º anos e 34 para os 6º anos.

Palavras-Chave: Horários Escolares

Algoritmos Genéticos para o Problema da Determinação da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrição de Distância Máxima da Raiz até qualquer outro Vértice

Sónia Isabel Ferreira da Silva sonia.ifs@gmail.com

Dado um grafo não orientado em que a cada aresta e estão associados um custo c_e e uma distância w_e , pretende-se encontrar uma árvore de suporte de custo mínimo, tal que o caminho do vértice raiz a qualquer outro vértice, tenha uma distância total não superior a um dado número natural H . Este problema é NP-Hard, pelo que será de todo o interesse desenvolver métodos aproximados que forneçam boas soluções em tempo útil, nomeadamente um algoritmo genético. Consideram-se diferentes codificações e operadores genéticos. Pretende-se aferir o comportamento dos algoritmos genéticos desenvolvidos usando instâncias geradas aleatoriamente e para as quais se encontram publicados resultados obtidos por aplicação de técnicas alternativas exactas e não exactas.

Palavras-Chave: árvore de suporte de custo mínimo, algoritmo genético

Um Algoritmo Dual para o Problema da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrições de Salto

Maria João Costa Antunes Inácio mjantunes@ipt.pt

Apresentamos um algoritmo dual ("Dual Ascent") para o problema da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrições de Salto que é um problema que pertence à chamada classe NP-difícil. O objectivo da técnica Dual Ascent é o de gerar uma solução admissível do problema dual da relaxação linear do problema original. O algoritmo que desenvolvemos parte de uma solução dual admissível e iterativamente vai construindo a rede aumentando em cada iteração o valor da função objectivo dual. No final o valor da solução dual fornece um limite inferior para o valor óptimo do problema.

Palavras-Chave: árvores com restrições de salto, algoritmo dual

Marcação de Conselhos de Turma numa Escola Básica

Leandra Duarte Nogueira leandra.nogueira@clix.pt
José Miguel Félix Costa josemiguelcosta@netcabo.pt

Em determinadas alturas de um ano lectivo e por diferentes motivos, as escolas têm necessidade de reunir os conselhos de turma (reuniões de todos os professores de uma mesma turma). Um objectivo importante do ponto de vista da escola é que o conjunto de todas estas reuniões ocupe o menor tempo possível evitando-se, desta forma, prejuízos nas actividades lectivas e desperdício de tempo e recursos. A dificuldade reside no facto de que, regra geral, um professor lecciona diversas turmas. O

objectivo será então o de agrupar as turmas de tal forma que turmas pertencentes a um mesmo grupo não partilhem professores mas minimizando o número de grupos formados. O problema concreto que serviu de base para o presente estudo foi proposto pela Escola Básica 2+3 Maria Veleda de Santo António de Cavaleiros. Este trabalho foi desenvolvido no âmbito na disciplina de Projecto de Investigação Operacional, do curso de Estatística e Investigação Operacional, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O problema em estudo pode ser formulado como um problema de coloração dos vértices de um grafo estando os vértices então associados às turmas e em que existe uma aresta entre dois vértices se as respectivas turmas tiverem professores em comum. Para este problema foi desenvolvida uma heurística que procura determinar uma boa clique no grafo. A dimensão da maior clique encontrada estabelece um limite inferior no valor óptimo do problema. A partir das turmas que formam essa clique, completa-se a solução inserindo as turmas restantes nos grupos já formados ou, eventualmente, considerando um novo grupo quando surgir uma turma incompatível com todos os grupos já existentes. Foi desenvolvido um interface que permite à escola inserir e corrigir a informação relevante. No problema concreto apresentado pela Escola básica 2+3 Maria Veleda obteve-se a solução óptima do problema.

Palavras-Chave: grafos, coloração de vértices, clique maximal, marcação de conselhos de turma

Um Sistema de Apoio à Decisão para Orçamentação de Trabalhos Topográficos em Campo

Fernando Diogo Sousa Carreira Catrau fcatrau@netcabo.pt

Lúcia de Jesus Hermosilha Vilhena lucia.vilhena@gmail.com

Pedro Nuno Burriga Ramos pburriga@gmail.com

No âmbito da disciplina de Investigação Operacional propusemos realizar um trabalho que fosse útil para a nossa actividade profissional. Uma das maiores dificuldades por nós sentidas enquanto sócios gerentes de uma empresa de Topografia, consistia na orçamentação de trabalhos de campo. Automatizar o processo de cálculo conducente à obtenção de um orçamento óptimo era uma ambição antiga que foi agora concretizada. Para atingir o objectivo enunciado começamos por modelar o problema em Programação Linear Inteira. Numa segunda fase, recorremos ao software MPL *student version* para construir uma ferramenta de apoio à decisão. Essa ferramenta funciona como apoio de uma base de dados, construída em Microsoft EXCEL. Testes realizados com dados reais mostraram ser possível racionalizar despesas e determinar orçamentos de uma forma muito mais eficiente.

Palavras-Chave: Sistemas de Apoio à Decisão; Programação Linear Inteira

Heurísticas para o Problema da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrições de Diâmetro

Eulália Maria Mota dos Santos eulalia.santos@clix.pt

Apresentamos alguns métodos heurísticos para o problema da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrições de Diâmetro que é um problema que pertence à chamada classe NP-difícil.

Palavras-Chave: árvores com restrições de diâmetro, heurísticas

Análise de Risco no Apoio à Decisão

Rui Deus goncalves.deus@marinha.pt

António Monteiro silva.monteiro@marinha.pt

A análise de viabilidade e análise de risco de linhas de acção subjacentes a determinados projectos relevantes no seio de uma organização, constitui uma mais-valia no processo de apoio à tomada de decisão no seu processo de operacionalização. A necessidade de definir medidas de eficácia que sustentem o processo decisional, leva à definição de critérios de avaliação, de natureza quantitativa e qualitativa que, no seu conjunto concorrem para uma abordagem Multicritério do processo de sustentação da decisão. É neste contexto que o risco enquanto critério de avaliação, determina a definição de uma metodologia de quantificação que sustente a sua comparação. A inexistência de dados históricos associados a indicadores de risco, levam à adopção de distribuições empíricas na modelação do risco [Kelton]. Exemplos de aplicação da modelação do risco em contextos diferenciados de estudos de apoio à tomada de decisão, evidenciam a abordagem seguida através de simulação de Monte Carlo, com recurso à ferramenta Crystal Ball.

Palavras-Chave: Análise de Risco, Simulação Monte Carlo, Distribuições Estatísticas, Apoio à Decisão, Análise Multicritério

Segunda feira

Sessão SA1: Abertura

Sala: Auditório I (Piso 2)

Segunda feira (dia 8)

9:30 - 11:00

Moderador: Jorge Pinho de Sousa

Alexis Tsoukiás

Presidente da EURO (Federation of European OR Societies);

Université Paris Dauphine, Politecnico di Torino

Prémio APDIO (Patrocínio Escolar Editora)

Prémio Isabel Themido

Sessão: SP1 - Plenária 1**Sala: Auditório I (Piso 2)****Segunda feira (dia 9)****11:30 - 12:30**

Moderador: Luís Valadares Tavares

Operations Research in Support of European Innovation

Alexander H.G. Rinnooy Kan
Social and Economic Council, Holanda

As a continent, Europe faces major challenges in competing successfully against the growth economies of the world. Innovation is a core ingredient of this challenge. Process innovation is an important part of this effort, and an area where operations research has a lot to offer. It represents an important part of the historical legacy of the domain and is an exceptionally promising avenue for future progress, especially through its link to statistical quality control.

Palavras-Chave: Operations Research, Statistical Quality Control, Process Innovation

Sessão: SP2 - Plenária 2**Sala: Auditório I (Piso 2)****Segunda feira (dia 9)****14:00 - 15:00**

Moderador: João Carlos Namorado Clímaco

Ajuda à Decisão em Ambiente Incerto - Paradigmas, Abordagem Multicritério e Novas Ideias

Manuel Matos
INESC Porto & FEUP

Muitos problemas de decisão dependem de informação que não se conhece com exactidão no momento da decisão, normalmente porque envolve previsões ou estimativas de fenómenos naturais, económicos ou sociais. Em alguns casos esta incerteza é simplesmente ignorada (trabalha-se com a melhor estimativa dos dados), mas é comum a construção de modelos que procuram incorporar a incerteza (cenários, modelos probabilísticos, modelos difusos, etc). Sobre estes modelos aplicam-se normalmente regras ou paradigmas de decisão com carácter peremptório, que nem sempre incorporam devidamente as preferências do Agente de Decisão em relação a risco e oportunidade. Na apresentação far-se-á uma revisão breve dos principais paradigmas e suas limitações e desenvolver-se-á uma abordagem construtiva baseada na definição de indicadores de tendência central, risco e oportunidade, com significado para o Agente de Decisão, conduzindo a problemas de decisão multicritério matematicamente determinísticos. Serão apresentados também alguns procedimentos auxiliares úteis para a construção dos indicadores. Para terminar, discutir-se-ão algumas ideias sobre a aplicação de sistemas de inferência difusa a estas situações, de forma consistente com a abordagem multicritério proposta, explorando os conceitos de máquina de valor e máquina de utilidade.

Palavras-Chave: Ajuda à decisão, incerteza, risco, multicritério

Sessão: SC1 - Optimização I**Sala: Milenium BCP (Piso 3)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: António Ismael Freitas Vaz

O Problema de Complementaridade de Valores Próprios para a Instabilidade Direccional de Sistemas com Contacto Unilateral e Atrito

Silvério Rosa rosa@mat.ubi.pt
Joaquim Júdice joaquim.judice@co.it.pt
Isabel Ribeiro iribeiro@fe.up.pt

O problema de Valores Próprios Complementar (EiCP) procura determinar um escalar positivo e os vectores x , w não-negativos satisfazendo uma igualdade bilinear, envolvendo duas matrizes quadradas A e B e uma restrição de complementaridade entre x e w . Nesta comunicação é primeiramente apresentada uma aplicação deste problema na Instabilidade Direccional de sistemas de dimensão finita com contacto unilateral e atrito. Para a resolução do EiCP, é introduzida uma sua formulação como um Problema de Programação Matemática com Restrições Lineares de Complementaridade (MPLCP). Um algoritmo enumerativo de pesquisa em árvore é proposto para resolver o EiCP, explorando a formulação mencionada anteriormente. Alguns exemplos de aplicação do algoritmo para a aplicação em causa são apresentados na parte final da comunicação.

Palavras-Chave: Complementaridade; Problemas de Contacto e Atrito; Optimização Global

Determinação de Trajectória Óptima em Processos de Fermentação Semi-contínua

Alzira Mota atm@isep.ipp.pt
Ismael Vaz aivaz@dps.uminho.pt
Eugénio Ferreira ecferreira@deb.uminho.pt

Uma grande parte de produtos valiosos são produzidos usando processos de fermentação e consequentemente a optimização destes processos reveste-se de uma grande importância económica. Em geral a modelação dos processos de fermentação envolvem equações diferenciais não lineares e complexas para as quais frequentemente não é possível obter uma solução analítica. Neste trabalho propõe-se uma resolução do problema de determinação da trajectória de alimentação óptima num processo de fermentação semi-contínuo, através do uso de *splines* cúbicas para a sua aproximação. É apresentada uma reformulação do problema de controlo óptimo através do uso de conceitos de programação semi-infinita no tratamento das restrições. É apresentada uma formulação do problema na linguagem de modelação AMPL, permitindo o uso de software específico para a sua resolução.

Palavras-Chave: Optimização não linear, programação semi-infinita, controlo óptimo, processos de fermentação semi-contínuos

Estudo da Influência da Solução Inicial e de Determinadas Heurísticas no Comportamento de uma Variante Predictora-correctora para Programação Semidefinida

Ana Paula Teixeira ateixeir@utad.pt

Fernando Bastos fjbastos@fc.ul.pt

Apresenta-se um estudo que permite avaliar a influência da solução inicial e de determinadas heurísticas no comportamento de uma variante predictor-correctora para programação semidefinida. Nesta variante o predictor é calculado como uma iteração de um algoritmo primal-dual e o corrector é calculado da forma clássica. Todas as implementações tiveram por base o código fonte do *package* CSDP, de Brian Borchers. É apresentada experiência computacional.

Palavras-Chave: programação semidefinida, métodos de ponto interior, heurísticas

Sessão: SC2 - Meta-heurísticas I**Sala: 202 (Piso 2)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: Dalila B. M. M. Fontes

Desenho de Áreas em Operações de Interdição Marítima - uma Abordagem Genética

Rui Deus goncalves.deus@marinha.pt
António Monteiro silva.monteiro@marinha.pt
João Martins maia.martins@marinha.pt

Uma Operação de Interdição Marítima consiste essencialmente em controlar a circulação de meios navais numa determinada área ou região marítima. Tendo as áreas de interdição grandes dimensões, são as mesmas normalmente divididas em subáreas, atribuindo-se a uma unidade naval a responsabilidade pelo controlo da navegação no seu interior. Devido à natural escassez e custo de operação dos meios navais disponíveis é conveniente recorrer a processos de optimização de recursos. Para estes processos é fundamental o conhecimento das características dos sistemas de detecção envolvidos, quer sejam activos (radar) ou passivos (visual, IR), bem como as capacidades náuticas dos meios (velocidade, autonomia, meios para vistorias). O dispositivo de uma força naval em operações de Interdição Marítima (dispositivo naval) é assim caracterizado pelo conjunto de subáreas (cada uma definida em dimensão e posicionamento) e identificação dos navios atribuídos a cada uma delas. Determinar um dispositivo naval que optimize os recursos disponíveis é um dos problemas que surge no âmbito das Operações de Interdição Marítima e é objecto de estudo neste trabalho. Foi desenvolvido uma rotina de simulação que permite avaliar dispositivos navais, modelados no plano 2D, assim como avaliar diferentes formas de patrulhar uma subárea pelo meio aéreo ou naval. Neste trabalho são apresentados resultados computacionais referentes à avaliação de diferentes dispositivos navais e também são referidos resultados comparativos da aplicação de diferentes padrões de busca. São ainda apresentados resultados computacionais preliminares de um algoritmo genético para pesquisar boas soluções para o problema de desenho de áreas.

Palavras-Chave: Simulação, Operações de Interdição Marítima, Probabilidade de Detecção, Algoritmos genéticos

Desenho de Quadros de Recursos Humanos

Vilma Ramada vilma.cristina.ramada@marinha.pt
João Martins maia.martins@marinha.pt

Numa determinada organização, os seus quadros de pessoas efectivo estão estruturados de forma multi-piramidal, em que cada pirâmide, associada a uma carreira, agrega pessoas com a mesma formação específica de base. Todas as pirâmides têm o mesmo número de pisos, em que cada piso equivale a um degrau na carreira. Dentro da organização, não é possível a uma pessoa circular entre pirâmides, estando apenas limitada a movimentos verticais, associados a promoções. Estes movimentos verticais carecem de

acções de longa ou média duração, durante as quais os formandos não estão disponíveis para satisfazer as necessidades de pessoal. Os cargos da organização representam as necessidades funcionais internas. Para a maioria dos cargos é associado um recurso humano proveniente de um piso de uma determinada carreira. No entanto, a organização prevê que determinados cargos possam ser ocupados por pessoas oriundas de diversas carreiras ou ainda de diversos pisos. No entanto, existem limites em termos de quantitativos de pessoas por piso, o que limita a inclinação da estrutura piramidal. A organização é ainda responsável pelo fornecimento de recursos humanos para outras organizações paralelas, a título temporário, representando as necessidades externas de pessoal. A organização pode recorrer, caso necessário, a um quadro de supranumerários, para satisfazer as necessidades internas. Esse quadro é no entanto limitado e desequilibrado, dispondo apenas de recursos dos mais elevados pisos das várias carreiras. O quadro de pessoal a ser desenhado deve assim contemplar: a) Preenchimento completo das necessidades externas; b) Preenchimento possível das necessidades internas, devido à necessidade do cumprimento rigoroso dos limites máximos de pessoal por piso; c) Pessoal indisponível para colocação, devido às acções de formação de longa duração; d) Estrutura semelhante das várias carreiras piramidais (a relação entre quantitativos por piso e o total de pessoas na pirâmide deve ser semelhante para todas as carreiras); As variáveis de decisão que se procuram obter devem discriminar por carreira e piso o número de pessoas existentes no quadro de pessoal, bem como os supranumerários a recrutar (com n carreiras e p pisos por carreira, teremos $2 \cdot n \cdot p$ variáveis de decisão). O problema do desenho de quadros da organização apresenta uma região admissível vazia, para qualquer estrutura piramidal, já que as necessidades internas ultrapassam os limites de pessoal autorizado. O impasse foi ultrapassado face à introdução de $n \cdot p$ variáveis artificiais, as quais representam as necessidades internas definidas por piso e carreira para as quais não é possível fornecer pessoal. A resolução de um problema de programação linear, minimizando as distorções, permitiu obter o custo de implementar uma determinada estrutura piramidal. Temos assim, para cada estrutura piramidal, um completo preenchimento das necessidades externas, um preenchimento possível das necessidades internas, um rigoroso cumprimento dos limites impostos, a garantia de pessoal disponível para formação, a discriminação de pessoal supranumerário a recrutar, a discriminação das necessidades sem possibilidade de serem preenchidas. A selecção da melhor estrutura piramidal é efectuada através da aplicação de um algoritmo genético, em que o valor de cada solução poderá ficar ao critério do decisor, sendo actualmente usada uma combinação linear de desequilíbrio entre carreiras e o total das necessidades internas não satisfeitas. O modelo acima descrito, implementado em Matlab, encontra-se já na fase de exploração pela Direcção do Serviço do Pessoal da Marinha de Guerra Portuguesa, com pleno sucesso.

Palavras-Chave: Gestão de Recursos Humanos, Programação Linear, Algoritmo Genético

Optimização dos Parâmetros da Equação de Estado de um Explosivo para Aplicação Industrial

Cristóvão Silva cristovao@gestao.dem.uc.pt

José Manuel Ribeiro jose.baranda@dem.uc.pt

Rui Vicente vicente1143@hotmail.com

A utilização de explosivos para aplicações industriais como a compactação de pós, soldadura ou corte tem atraído a atenção de investigadores e industriais pelas vantagens que apresenta face às tecnologias tradicionais. O caso apresentado nesta comunicação refere-se à compactação de pós cerâmicos através da onda de choque provocada pela detonação de um explosivo. Para que esta tecnologia possa ser utilizada com sucesso é necessário afinar um conjunto de parâmetros do processo. Dado os custos associados à

realização de ensaios experimentais, esses parâmetros devem ser afinados recorrendo a um código de simulação numérica, utilizando, por exemplo, um simulador comercial como o DYNA2D. Um dos *inputs* que deve ser dado ao DYNA2D para correr a simulação do processo de compactação é a equação de estado do explosivo, composta por 19 variáveis reais, cujo intervalo de variação é relativamente bem conhecido. No entanto, o valor a atribuir às 19 variáveis da equação de estado do explosivo a utilizar não são conhecidos, sendo a sua escolha correcta fundamental para que os resultados fornecidos pelo simulador sejam representativos da realidade. Assim, neste trabalho desenvolveu-se um algoritmo genético, que ligado ao DYNA2D, permite otimizar o valor das variáveis da equação de estado, procurando minimizar uma função objectivo que representa a diferença entre os resultados obtidos por simulação e os resultados conseguidos em ensaios experimentais. A equação de estado do explosivo assim obtida permitirá, então, utilizar com confiança o DYNA2D para afinar por simulação os parâmetros de processo de compactação de pós.

Palavras-Chave: Algoritmo Genético, Simulação Numérica, Compactação de Pós

Algoritmos Genéticos Híbridos para Problemas de Job-Shop

Carlos Soares csoares@liacc.up.pt
Dalila Fontes fontes@fep.up.pt
Aurora J. Cameirão Aurora.Cameirao@pt.bosch.com

Neste trabalho são analisados dois métodos híbridos combinando Algoritmo Genéticos (AG) com Procura Tabu (PT), para a resolução do problema de *Job-Shop*. O problema de *Job-Shop* considerado é o clássico $n \times m$, em que n é o número de *jobs* e m é o número de máquinas. A primeira variante, AGH1, executa um AG para avaliar um número pré-especificado de soluções. A melhor solução assim obtida é depois melhorada pela utilização de um algoritmo de PT, que é iterativamente utilizado até que o número de soluções avaliadas atinja um valor pré-especificado. Na segunda variante, AGH2, a PT é usada como operador de mutação do AG. Ambos os métodos são comparados com o AG e com a PT, aplicados isoladamente. A avaliação foi feita numa perspectiva *anytime*, i.e., foi analisada a evolução da qualidade das soluções obtidas por cada método. Dos resultados obtidos foi possível concluir que, para problemas pequenos, os algoritmos apresentam uma performance semelhante. Já para problemas de média dimensão o AGH apresenta resultados melhores que os outros métodos. Relativamente a problemas de grande dimensão, a PT converge rapidamente para uma solução melhor do que as obtidas pelos outros métodos. No entanto, verificamos que os híbridos, em particular o AGH2, consegue obter melhores resultados se for possível avaliar um grande número de soluções.

Palavras-Chave: Algoritmo Genético, Pesquisa Tabu, *Job-Shop*, Métodos Híbridos

Sessão: SC3 - Grafos e Redes I**Sala: Auditório I (Piso 2)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: João Quinhones Levy

Um Problema de Grafos no Desenho de Redes de Áreas Protegidas

L. Santiago Pinto

lpinto@iseg.utl.pt

Jorge Orestes Cerdeira

orestes@isa.utl.pt

Kevin J. Gaston k.

j.gaston@sheffield.ac.uk

Estuda-se um problema que ocorre no desenho de redes de áreas protegidas quando as espécies têm padrões de dispersão bastante diversos. Cada espécie tem os seus habitats num conjunto de povoamentos, um grafo a descrever as relações de adjacência entre os povoamentos onde está representada e uma meta para o número de habitats a incluir na reserva. As soluções admissíveis são subconjuntos de povoamentos cujos habitats, para cada espécie, induzem no grafo correspondente uma componente conexa com dimensão compatível com a meta fixada. Apresentam-se formulações para o problema e um algoritmo de cortes inteiros para obter minorantes e soluções óptimas. O algoritmo é baseado no apuramento de desigualdades válidas para o poliedro da cobertura. Descrevem-se os resultados de experiência computacional com dados simulados a partir de modelos neutrais.

Palavras-Chave: áreas protegidas, conectividade, programação inteira

Modelos de Fluxo para o Problema de Expansão de uma Rede de Acesso Local

Margarida Corte-Real

margarida.cortereal@crb.ucp.pt

Luís Gouveia

legouveia@fc.ul.pt

O problema de expansão de uma rede de acesso local considerado consiste em satisfazer o aumento da procura numa rede com estrutura em árvore, através da expansão das ligações existentes entre os nós ou da instalação de concentradores em alguns nós. São considerados concentradores sem e com capacidades. É mostrado como o problema pode ser considerado como uma variante do problema da árvore de suporte de custo mínimo com restrições de capacidade. São apresentados três modelos de fluxo: modelo agregado, modelo desagregado e um novo modelo que considera os caminhos com origem no nó onde um concentrador é instalado. Para o caso de concentradores com capacidades, mostra-se como reduzir a capacidade dos concentradores através da aplicação de um problema de subset-sum. São apresentados testes computacionais com 100, 200 e 500 nós.

Palavras-Chave: modelos de fluxo, redes de acesso local

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Um Algoritmo para um Problema Bicritério - Custo Mínimo / Número Mínimo de Cores - de Árvores Geradoras

Marta Pascoal marta@mat.uc.pt
Maria Eugénia Captivo mecaptivo@fc.ul.pt
João Carlos Namorado Clímaco jclimaco@inescc.pt

Apresentamos um problema de árvores geradoras bicritério com aplicações em redes de telecomunicações ou eléctricas. A cada arco estão associados um custo e uma cor. Um dos critérios minimizados é o custo total da árvore geradora (soma dos custos dos arcos), enquanto que o outro procura a solução mais homogénea, isto é, com o menor número de cores diferentes. Uma vez que estes critérios são, em geral, conflituosos descrevemos um processo para determinar um limite inferior para o número de cores de uma árvore geradora e um algoritmo para determinar o conjunto de árvores geradoras não dominadas. Apresentamos resultados computacionais em redes geradas aleatoriamente.

Palavras-Chave: Programação Multi-Objectivo, Optimização Combinatória, Grafos e Redes

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Dimensionamento de Redes com Restrições de Salto e de Sobrevivência

Luís Gouveia legouveia@fc.ul.pt
Pedro Patrício pedrofp@mat.ubi.pt
Amaro de Sousa asou@det.ua.pt

Dada uma rede $G=(X,E)$, pretende-se determinar uma sub-rede de G de custo mínimo por forma a que, entre qualquer par de nodos de um conjunto S (contido em X), existam D caminhos disjuntos nos nodos ($D=2,3$), cada um dos quais com um número máximo de saltos (este limite modela o atraso máximo permitido na rede). Consideram-se ainda restrições de atenuação óptica que modelam a prevenção de perda de sinal. Este problema surge no contexto de dimensionamento de redes MPLS sobre redes WDM. Apresentam-se uma formulação em Programação Linear Inteira e uma abordagem heurística para o problema. Diferentes esquemas de protecção são abordados, contrapondo a percentagem de tráfego protegida e o custo associado.

Palavras-Chave: Restrições de salto; Sobrevivência; Redes MPLS sobre WDM

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: SC4 - Rotas**Sala: 303 (Piso 3)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: Rui Oliveira

Planeamento de Rotas no Transporte Escolar Diário de Crianças

Pedro Oliveira

pmm_oliveira@hotmail.com

Ana Paula Barbosa-Póvoa

apovoa@ist.utl.pt

Neste trabalho pretende-se criar um modelo de apoio à decisão ao planeamento de rotas para a operação de transporte diário de crianças, entre as suas habitações, escolas e actividades extra curriculares que frequentam. Em termos analíticos, a definição de uma rota passa pela resolução de dois problemas distintos. Num primeiro instante há que afectar os clientes aos veículos que os irão transportar. Num segundo momento há que definir qual a sequência de pontos a percorrer ao longo do percurso para cada um dos veículos envolvidos. Neste problema, existem restrições que condicionam a planificação e que obrigatoriamente têm que ser consideradas tais como: existência de limites máximos para a duração do transporte por passageiro; capacidade de transporte dos veículos, tendo em consideração que existem entregas e recolhas de passageiros ao longo da rota e restrições temporais associadas a cada cliente tanto ao nível do momento horário da recolha como ao nível do momento da entrega. Os principais objectivos que se pretendem atingir aquando da execução do planeamento das rotas prendem-se essencialmente com critérios económicos e de nível de serviço isto é, minimização do número de viaturas envolvidas, do tempo total de percurso e do tempo total que os passageiros passam em viagem. Para além destes são estabelecidos objectivos considerados como secundários e que se relacionam estritamente com o nível de serviço prestado. Como método de resolução desenvolveu-se um algoritmo heurístico que combina um conjunto de heurística desenvolvidas ao problema e a meta-heurística simulated annealing. Um problema real é resolvido. Os resultados obtidos definem um conjunto de percursos "óptimo" para cada um dos objectivos avaliados, dando a oportunidade ao decisor de escolher qual o que melhor se adapta às suas preferências.

Palavras-Chave: Apoio Decisão; Planeamento Rotas; Transporte Escolar; Simulated Annealing

Sectorização para Problemas de Rotas nos Arcos

Ana Catarina Nunes

catarina.nunes@iscte.pt

Christian Prins

prins@utt.fr

Maria Cândida Mourão

cmourao@iseg.utl.pt

Philippe Lacomme

placomme@isima.fr

O problema de Sectorização-Rotas nos Arcos (Sectoring Arc Routing Problem (SARP)) consiste em fazer a partição de uma região de grandes dimensões em várias sub-regiões mais pequenas (sectores ou distritos), de forma a simplificar a organização das actividades a serem executadas. Estes problemas dedicam-se ao estudo num horizonte temporal longo e são geralmente classificados no

nível estratégico, tendo um vasto campo de aplicações reais, como, por exemplo, a criação de distritos para efeitos políticos (*political districting*), a definição de regiões de vendas (*sales territory design*), operações de espalhar sal nas ruas (*salt spreading*), recolha de resíduos (*waste collection*), ou leitura de contadores (*meter reading*). O SARP é definido aqui no contexto da recolha de resíduos porta-a-porta, ao qual foi associado um grafo misto, onde os arcos e/ou arestas representam vias de passagem ou recolha. Com o SARP, pretende-se fazer a partição deste grafo em vários sub-grafos menores (sectores), minimizando o custo total das rotas de recolha, tendo em conta que os resíduos existentes em cada sector são recolhidos por um e um só veículo, com tempo máximo de recolha e carga máxima fixos. A utilização do SARP permite simplificar a recolha de resíduos, na medida em que evita intersecções de rotas dos vários veículos. Neste trabalho é proposto um método de resolução em duas fases para o SARP. Na fase 1, fase de sectorização, é feita a partição do grafo em sectores e na fase 2, fase de roteamento, são construídas as rotas dentro de cada sector. Para a fase de sectorização é apresentada uma heurística que constrói todos os sectores em simultâneo, baseada na identificação de circuitos de procura mínima num grafo equilibrado. Conhecidos os sectores, o roteamento dentro de cada um deles consiste na resolução de um problema de rotas nos arcos num grafo misto com restrição de capacidade (*mixed CARP*). Na fase de roteamento são então usados métodos existentes na literatura. São apresentados e analisados resultados computacionais realizados com um conjunto de instâncias conhecidas da literatura.

Palavras-Chave: Determinação de rotas, Sectorização de redes, Heurísticas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Optimização de Rotas de Distribuição de Correio

Marta Pires Costa

martapcosta@gmail.com

Nelson Chibeles Martins

npm@fct.unl.pt

O presente trabalho tem como objectivo a modelação e optimização do problema da entrega e recolha rodoviária de correspondência numa determinada zona do interior de Portugal. Este estudo analisou as actuais rotas de distribuição e recolha de correio na região da Guarda. Actualmente os CTT afectaram os CDP (Centros de distribuição de correio) dessa região ao CTC (Centro de Tratamento de correio) de Coimbra, mas ponderava-se a sua afectação ao CTC de Castelo-Branco. Uma vez que a referida afectação teria várias implicações de natureza estratégica foi necessário estabelecer-se vários cenários plausíveis para a incorporação dos novos CDP nas rotas já existentes. Para cada cenário obteve-se uma instância diferente para um problema de rotas (VRP *Vehicle Routing Problem*). Esta família de problemas é conhecida pela sua grande quantidade de variantes e pela sua complexidade, estando a generalidade dos VRP classificados como NP-Difíceis. Neste trabalho irá mostrar-se os vários cenários propostos aos CTT, as formulações propostas e as soluções obtidas. Os vários VRP foram resolvidos de forma exacta, recorrendo-se à aplicação informática CPLEX. As soluções são criticadas e confrontadas com a actual situação da recolha e distribuição de correio na região em estudo.

Palavras-Chave: VRP; Optimização em Redes; Optimização Combinatória

Planeamento da Recolha dos Resíduos Sólidos Urbanos: Comparação de Duas Abordagens Recorrendo a Meta-heurísticas de Optimização de Colónias de Formigas

Ana Cristina Bico Rodrigues de Matos amatos@mat.estv.ipv.pt

Rui Carvalho Oliveira roliv@ist.utl.pt

Os problemas periódicos de estabelecimento de rotas (PVRP) são considerados problemas de optimização combinatória multi-nível. Trata-se de problemas de planeamento em que é necessário, por um lado, definir uma calendarização das visitas aos clientes (vertente temporal) e, por outro, desenhar o conjunto de rotas para cada dia (ou outra unidade temporal) do horizonte temporal considerado (vertente mais espacial). Nesta apresentação são comparadas duas abordagens que recorrem a meta-heurísticas de Optimização por Colónias de Formigas (ACO) para a resolução de um caso real de recolha de resíduos sólidos urbanos, que foi formulado com um PVRP. Numa primeira formulação, a calendarização e o estabelecimento de rotas são abordados em duas fases distintas e sequenciais; numa outra formulação, estas duas vertentes do problema são abordadas em simultâneo.

Palavras-Chave: Problemas de Estabelecimento de rotas, Optimização por colónias de formigas, meta-heurísticas

Sessão: SC5 - Produção I**Sala: CGD (Piso 4)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: Filipe Avelos

Estudo de Sensibilidade do Desempenho do Job-shop a Diferentes Parâmetros do Mecanismo de Aceitação

Maria Rosário Moreira mrosario@fep.up.ptRui Alves ralves@fep.up.pt

Os estudos acerca do controlo da carga de trabalho (workload control ou input-output control) em ambiente de produção do tipo job-shop abundam na literatura. A grande maioria procura estudar a forma de melhorar o desempenho operacional dos processos produtivos após a aceitação de uma ordem de encomenda. De facto, uma das formas de controlar a carga de trabalho num job-shop é através do processo de lançamento de ordens para execução no shop floor. Neste estudo procura-se investigar se o controlo da carga de trabalho feito logo desde a fase de aceitação das ordens melhora o desempenho do job-shop, quer em termos de medidas relacionadas com a carga, quer relacionadas com a entrega das ordens. Para tal, é proposta uma regra de aceitação, rejeição ou negociação de uma ordem de encomenda e são testados alguns dos parâmetros desse mecanismo de forma a analisar a sensibilidade das medidas de desempenho a alterações desses valores. Através de simulação, conclui-se que a existência de uma fase de negociação das ordens melhora as medidas de desempenho percentagem de ordens entregues com atraso e atraso médio, assim como a percentagem de utilização do equipamento. No que se refere à análise de sensibilidade efectuada, conclui-se que a alteração dos parâmetros afecta, apenas ligeiramente, algumas das medidas de desempenho seleccionadas.

Palavras-Chave: Simulação, Job-shop, Aceitação de ordens

Planeamento da Produção de uma Fundição

Sónia Figueira soniamcfc@yahoo.com.brAna Paula Barroso apb@fct.unl.pt

O mercado competitivo em que a maioria das nossas unidades produtivas está inserida força-as a uma modernização constante no que concerne, fundamentalmente, aos seus processos de gestão, em geral, e aos de produção, em particular. Por isso, este trabalho insere-se nesse esforço constante de melhoria, tendo sido desenvolvido numa Fundição, de produção de peças de ferro fundido, de médio e grande porte, com localização na zona centro do nosso país. Tem como objectivo fundamental a preconização de melhorias dos processos de gestão de produção. Por conseguinte, foi desenvolvido um modelo quantitativo de planeamento da produção que visa melhorar o nível de serviço prestado ao cliente, nomeadamente, minimizar os atrasos das entregas das encomendas relativamente aos prazos estabelecidos com os clientes. O modelo considera duas fases distintas de produção. 1ª Fase - Moldação das peças e 2ª Fase - Tratamento final das peças. A 1ª fase de produção é tratada como um

problema de programação linear tendo como principais constrangimentos a existência de moldes e machos necessários à produção das peças, a capacidade dos fornos, a capacidade de vazamento do ferro fundido, as diferentes linhas de moldação destinadas a peças com características distintas e os diversos processos de produção das peças e respectivos tempos de execução. A 2ª fase, relativa ao tratamento final das peças, é abordada como um Problema de Sequenciamento cujo resultado contribui com novas restrições para o problema de programação linear utilizado para a resolução da 1ª fase. A grande variedade de peças, bem como de processos de produção de cada uma delas, levou, ainda, à execução de uma análise independente e conjunta de informação, no que diz respeito às peças e aos clientes, de forma a caracterizar grupos classificativos para apoiar a realização da previsão do fluxo de encomendas, necessária à implementação do modelo de planeamento da produção desenvolvido. Assim, o trabalho final resultou numa aplicação web de gestão integrada, desenvolvida na linguagem de programação JAVA, que inclui a totalidade dos procedimentos entre a recepção das encomendas e a sua facturação, e que permite obter informação com melhor qualidade, isto é, mais fiável e atempada. Consequentemente, é possível tornar o planeamento da produção mais eficiente e, por isso, melhorar o nível de competitividade da Fundação no mercado em que se insere.

Palavras-Chave: Planeamento da produção, MRP, Sequenciamento, Programação Linear

Importância dos Indicadores de Impacto Ambiental numa Rede de Reaproveitamento de Resíduos Industriais Perigosos

Joaquim Duque	joaquim.duque@ineti.pt
Ana Paula Barbosa-Póvoa	apovoa@ist.utl.pt
Augusto Q Novais	augusto.novais@ineti.pt

Na génese de uma rede de reaproveitamento de resíduos industriais perigosos para além da eventual valorização económica está também presente a beneficiação ambiental. Esta componente ambiental tenderá a reforçar-se nos próximos anos com o funcionamento pleno do mercado das emissões poluentes. Assim, no tratamento do projecto e operação das redes de reaproveitamento de resíduos industriais perigosos tornou-se imperativa a inclusão da contabilização de um conjunto de indicadores do impacto ambiental, adequado à emissão de poluentes associados aos resíduos industriais perigosos, aos produtos derivados do seu reaproveitamento, aos recursos usados pela rede de reaproveitamento, aos respectivos processos de transformação e aos transportes utilizados na rede de reaproveitamento. Neste contexto, desenvolve-se neste trabalho uma formulação matemática do tipo inteiro misto que modela simultaneamente o projecto e operação de redes de reaproveitamento de resíduos considerando objectivos económicos sujeitos a restrições não apenas de projecto e operação mas também ambientais. O modelo é aplicado a um conjunto de exemplos práticos onde se demonstra que a maximização da valorização económica para diversas metas ambientais (ex. a imposição de diferentes valores limite para os indicadores de impacto ambiental) conduz a soluções de redes optimizadas distintas. Este resultado reforça a opinião de que aspectos ambientais não podem ser esquecidos aquando da definição de sistemas logísticos que envolvem materiais poluentes.

Palavras-Chave: Redes de reaproveitamento, Modelos de produção descontínua multi-tarefa, Indicadores de impacto ambiental

Algoritmos de Partição e Geração de Colunas para Dimensionamento de Lotes de Produção

Carina Pimentel

carina@dps.uminho.pt

Filipe Alvelos

falvelos@dps.uminho.pt

José Valério de Carvalho

vc@dps.uminho.pt

Nesta apresentação descrevem-se dois algoritmos para o problema de lotes de produção multi-artigo capacitado com tempos de preparação. Neste problema pretende-se determinar um plano de produção para vários artigos ao longo de um determinado horizonte temporal, que minimize os custos de produção, de armazenagem e de preparação e respeite restrições de procura e de capacidade. Os algoritmos baseiam-se na aplicação do princípio de decomposição de Dantzig-Wolfe a um modelo clássico de Programação Inteira Mista. Num dos casos é efectuada uma decomposição por artigo e no outro uma decomposição por período. Em ambos os casos os modelos reformulados são mais fortes do que o modelo original. Os modelos reformulados são resolvidos através do método de partição e geração de colunas, que resulta da combinação do método de geração de colunas com o método de partição e avaliação (“branch-and-bound”). São apresentados resultados de testes computacionais para um conjunto de instâncias com diferentes características, que permitem estabelecer comparações entre os dois modelos de decomposição. Esses resultados computacionais são ainda comparados com a formulação clássica resolvida através do Cplex 8.1, um software comercial para Programação Inteira Mista.

Palavras-Chave: Planeamento da Produção, Programação Inteira Mista, Partição e Geração de Colunas

Sessão: SC6 - Transportes I**Sala: Edifer (Piso 2)****Segunda feira (dia 9)****15:10 - 16:30**

Moderador: Ana Paias

Escalonamento Integrado de Viaturas e Tripulações: uma Aplicação

Marta Mesquita marta@math.isa.utl.pt
Ana Paias ampaia@fc.ul.pt

O escalonamento de viaturas e tripulações são etapas fundamentais no planeamento operacional das companhias de transporte de passageiros. Devido à complexidade de cada um destes problemas, a sua resolução costuma ser feita em sequência, negligenciando a forte ligação que existe entre ambos. Com o objectivo de obter melhor escalas propõe-se o estudo do problema de escalonamento integrado de viaturas e tripulações e desenvolve-se um algoritmo que aborda o problema em quatro etapas sequenciais: 1) Construção das tarefas; 2) Obtenção de uma solução admissível inicial; 3) Resolução exacta e aproximada da relação linear por geração implícita de colunas; 4) Obtenção de uma solução inteira utilizando técnicas de pesquisa em árvore. São apresentados resultados computacionais referentes a problemas reais e problemas gerados aleatoriamente disponíveis na literatura.

Palavras-Chave: Escalonamento de viaturas e tripulações; Geração de colunas; Pesquisa em árvore

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Definição de Serviços de Pessoal Tripulante - Modelação e Técnicas de Resolução

Rita Portugal rita.portugal@icat.fc.ul.pt
Helena Ramalhinho Lourenço helena.ramalhinho@upf.es
José Pinto Paixão pinto.paixao@sa.fc.ul.pt

A definição de serviços de pessoal tripulante (DSPT) envolve a definição dos horários de serviços dos tripulantes que operam veículos para o transporte de passageiros ou mercadorias. Esta definição é, de uma maneira geral, extremamente complicada uma vez que a prática impõe a consideração simultânea de regras laborais, procedimentos de segurança e estratégias de planeamento. Além das restrições descritas, que dificultam a resolução do problema, cada operador de transportes tem em vista diferentes critérios de avaliação e objectivos a quando da definição dos horários finais a pôr em prática. Neste trabalho de investigação são apresentados novos modelos matemáticos para a formulação do DSPT, baseados em variantes de uma das formulações mais utilizadas e conhecidas para este problema, os Modelos de Cobertura/Partição de Custo Mínimo de um Conjunto. As variantes consideradas representam a complexidade real do problema e são fáceis e intuitivas de caracterizar e parametrizar. Baseados na experiência adquirida com o trabalho conjunto com os planeadores de uma série de operadores de transporte colectivo de passageiros em Portugal e tendo em conta a sua opinião, os novos modelos propostos incorporam aspectos considerados fundamentais para que os horários finais obtidos sejam passíveis de ser colocados em prática. Sempre que possível, após

definido um novo modelo de formulação do problema, é definido o horário correspondente à sua solução óptima obtida através do Cplex 8.1, software comercial para Programação Linear Inteira da ILOG (<http://www.ilog.fr/products/Cplex>). Os horários obtidos são analisados pelos planeadores que avaliam a sua qualidade e aplicabilidade. A opinião dos planeadores é incorporada em novos modelos num processo de enriquecimento contínuo. Nalguns dos modelos propostos revela-se impossível utilizar o Cplex 8.1 na obtenção da solução óptima dos mesmos uma vez que o tempo de execução ultrapassa um valor considerado razoável. Esta particularidade impôs a necessidade de definição de técnicas alternativas para a obtenção de soluções óptima/admissíveis, garantindo a possibilidade de confrontar os planeadores com os horários finais obtidos e recolhendo a sua opinião. Foram por isso desenvolvidas e implementadas Metaheurísticas para a obtenção de soluções para alguns dos modelos propostos.

Palavras-Chave: Serviços, Horários, Modelos, Metaheurísticas

Metaheurísticas Bi-objectivo para Escalonamento de Motoristas de Transportes Urbanos

Ana Luísa Respício respicio@di.fc.ul.pt
Margarida Vaz Pato mpato@iseg.utl.pt
Margarida Moz mmoz@iseg.utl.pt

O problema de escalonamento de motoristas de autocarros urbanos consiste em afectar motoristas às carreiras diárias determinadas para os autocarros, ao longo de um período de planeamento especificado. As escalas dos motoristas têm de respeitar os condicionamentos legais e institucionais, nomeadamente o Código de Trabalho, os contratos de trabalho e os regulamentos internos da empresa. Neste trabalho apresentam-se duas heurísticas genéticas com estratégias distintas de aproximação à fronteira de Pareto de um modelo bi-objectivo para o referido problema: uma baseada no conhecido SPEA2 (*Strength Pareto Evolutionary Algorithm*) e outra com incorporação de elitismo e utopia. O desempenho das heurísticas é testado num conjunto de instâncias que resultam de um problema integrado de escalonamento de viaturas e tripulações.

Palavras-Chave: Escalonamento de Motoristas (rostering), Algoritmos Genéticos, Modelos Lineares Bi-objectivo

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: SEmp - Empresas

Sala: Auditório I (Piso 2)

Segunda feira (dia 9)

17:00 - 18:30

Moderador: José Pinto Paixão

Participação de:

Rui Semedo Barclays - Presidente do Conselho de Administração

Raúl Mascarenhas CTT - Administrador

Ricardo Saldanha Siscog - Sistemas Cognitivos, Lda - Director do Dep de Inovação (DIO)

Manuel Martins REFER, EP - Director do Dep de Desenvolvimento Aplicacional (SI)

Terça feira

Sessão: TA1 - Optimização II**Sala: Auditório III (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: Fernando Bastos

Um Algoritmo Baseado no Método dos Filtros para Problemas MPCC

António Antunes ams.antunes@gmail.comM. Teresa Monteiro tm@dps.uminho.pt

Os problemas de optimização com restrições de complementaridade (MPCC-*Mathematical Programs with Complementarity Constraints*) surgem em diversas áreas, como a economia e a engenharia. A principal razão pela qual este tipo de problemas tem tanta aplicabilidade nas mais diversas áreas prende-se com o facto do conceito de complementaridade ser sinónimo da noção de equilíbrio de um sistema. Assim, existe uma variedade de fenómenos físicos modelados por restrições de complementaridade tais como o desenho de estruturas, o equilíbrio de tráfego numa rede, o controlo óptimo, etc. Um MPCC pode ser reformulado num problema de optimização não linear (NLP *Nonlinear Program*) equivalente e resolvido através de solvers para programação não linear já existentes. Sob o ponto de vista da programação não linear, as restrições de complementaridade são problemáticas, uma vez que não existe nenhuma solução admissível que satisfaça estritamente todas as restrições de desigualdade. O método dos filtros foi proposto por Fletcher e Leyffer, em 1997, para resolver problemas NLP. A estrutura do filtro é bi-dimensional numa dimensão tem-se a função objectivo (f) e noutra o valor da violação das restrições (h). Os pontos desta estrutura constituem uma lista de pares do tipo (f, h) . No filtro todos os pontos obedecem a uma propriedade nenhum ponto domina outro, ou seja, nenhum ponto tem simultaneamente menor ou igual valor da função objectivo e menor ou igual violação das restrições que qualquer outro (conceito de dominância da programação multi-objectivo). Este esquema associado a determinados procedimentos (teste de aceitação no filtro, actualização do filtro), substitui a utilização das funções de penalidade e evita a função mérito. O algoritmo desenvolvido baseia-se no método dos filtros e pretende resolver problemas MPCC na sua formulação original. A estrutura do filtro é tri-dimensional, ou seja, além das duas dimensões do método original (f, h) , considera-se uma terceira dimensão (t) que está relacionada com a violação das restrições de complementaridade. Os pontos desta estrutura constituem uma lista de ternos do tipo (f, h, t) que verificam a propriedade de dominância definida no filtro bi-dimensional, que se estende neste caso à terceira dimensão. Em cada iteração é calculada a direcção de procura através da resolução do sistema resultante das condições de optimalidade de 1ª ordem, aproximando a função objectivo e as restrições por um modelo quadrático e linear, respectivamente. Utiliza-se uma técnica de procura unidimensional para o cálculo do passo de procura, sendo o teste de aceitação no filtro feito para a nova aproximação. Se a nova aproximação é aceite no filtro, é inserida e procede-se à remoção de todos os pontos dominados por ela. Caso contrário, se o tamanho do passo atingir uma tolerância pré-definida, então aceita-se o passo unitário mas esta nova aproximação não é inserida no filtro, ou seja, o filtro não é alterado. Esta situação corresponde, na abordagem com funções de penalidade, à aceitação do passo unitário sem exigência de decréscimo significativo da função mérito. O critério de paragem baseia-se no resíduo normalizado de Kuhn-Tucker. O algoritmo está implementado na linguagem C e utiliza o solver NPSOL na resolução dos problemas quadráticos. São apresentados testes computacionais efectuados com problemas MPCC seleccionados da colecção MacMPEC.

Palavras-Chave: MPCC, método dos filtros, procura unidimensional

Sobre o Algoritmo Bloco Pivotal para o LCP

Marília Pires mpires@ualg.pt

Viktor Kravchenko vkravch@ualg.pt

O algoritmo bloco pivotal é um dos mais eficientes para a resolução do Problema Linear Complementar (LCP) com matrizes definidas positivas. No entanto, com a exceção do caso de problemas com matrizes de classe Z, ou seja, matrizes cujos elementos fora da diagonal não são positivos, ainda não foi possível encontrar outras classes de matrizes para as quais garantidamente o algoritmo não entra em ciclo. Até agora, foi apenas demonstrado em 1997, que para problemas com matrizes diagonal dominantes de dimensão 3 o algoritmo não entra em ciclo. A demonstração não pode ser generalizada para qualquer dimensão, uma vez que foi feita por análise exaustiva de todas as possibilidades. Nesta comunicação apresentamos algumas condições suficientes para que o algoritmo bloco pivotal não entre em ciclo, para matrizes de qualquer dimensão.

Palavras-Chave: Problema Linear Complementar; Algoritmo bloco pivotal

Método de Planos de Corte para um Problema de Programação Semidefinida

Rui Deus goncalves.deus@marinha.pt

Fernando Bastos fjbastos@fc.ul.pt

A função theta de Lovász foi introduzida por Lovász em conjunto com a Capacidade Shannon de um grafo e é um limite superior do número de independência máximo de um grafo G e um limite inferior para o número cromático do grafo complementar. Pretende-se investigar abordagens de programação linear (PL) para resolver este problema de PSD. Esta abordagem permite resolver problemas de grandes dimensões aproximadamente e de uma forma rápida, utilizando pacotes de *software state of the art* para programação linear. Uma das várias caracterizações da restrição Semidefinida positiva conduz a uma formulação em programação linear semi-infinita de um problema de PSD. A partir do dual da função theta de Lovász obtém-se uma formulação equivalente em programação linear semi-infinita e discute-se a obtenção de uma discretização. Apresenta-se um teorema onde um problema de PSD (em particular a função theta de Lovász) pode ser obtido através do valor óptimo de um problema de PL, correspondente a uma discretização do dual de PSD, e quais as restrições lineares necessárias para esse efeito. É apresentado um método de planos de corte em que o problema mestre é um problema de PL e é resolvido com um algoritmo de ponto interior. Contudo, tornar este tipo de método competitivo com os métodos de ponto interior requer vários refinamentos. Em particular, o método de planos de corte requer que os problemas mestre sejam resolvidos aproximadamente com algoritmos de ponto interior, de forma a obter-se melhores cortes. No algoritmo de planos de corte proposto são apresentadas algumas estratégias resultantes da estrutura única do problema da função theta de Lovász e que permitem tornar o método de planos de corte mais eficiente. Testes computacionais são apresentados sobre uma variedade de problemas da função theta de Lovász.

Palavras-Chave: Programação Semidefinida, Método de Planos de Corte, Função theta de Lovász

Sessão: TA2 - DEA I**Sala: UNICRE (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: João Martins

Avaliação de Desempenho de Lojas de Retalho Utilizando um Modelo de Data Envelopment Analysis Multi-nível

C.B. Vaz clvaz@ipb.pt
A.S. Camanho acamanho@fe.up.pt
R.C. Guimarães rcguimar@cotec.pt

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, Retalho, Eficiência, Network DEA

Análise das Economias de Gama dos Serviços de Água e de Águas Residuais Portugueses através de Data Envelopment Analysis (DEA)

Rui Cunha Marques rcmar@civil.ist.utl.pt
Duarte Silva dnsilva@rave.pt

Diz-se que existem economias de gama quando a "produção dum conjunto de produtos por uma única empresa é feita de forma mais eficiente do que a produção das mesmas quantidades dos mesmos produtos por empresas diferentes." (Mata 2000, p.125). Este estudo estuda a existência de economias de gama no sector da água em Portugal, usando a técnica fronteira não paramétrica de data envelopment analysis (DEA). Através da comparação de fronteiras eficientes, o presente trabalho mede a existência de economias de gama na prestação conjunta do serviço de abastecimento de água e do serviço de águas residuais.

Palavras-Chave: economias de gama, data envelopment analysis (DEA), serviços de água e de águas residuais

Medida de Eficiência DEA do Consumo de Energia Elétrica em Agrupamentos por Mapas de Kohonen

Luiz Biondi Neto luizbiondi@terra.com.br
João Carlos Soares de Mello jcsmello@yahoo.com.br
Lidia Angulo Meza lidia@metal.eeimvr.uff.br
Eliane Gonçalves Gomes eliane.gomes@embrapa.br

Nesta comunicação apresenta-se uma medida de desempenho dos 91 municípios do estado do Rio de Janeiro, Brasil, em relação ao consumo de energia elétrica. Para tal, usaram-se modelos DEA, que medem a eficiência comparativa de unidades produtivas. Entretanto, um dos pressupostos dos modelos DEA é que o conjunto de unidades produtivas a avaliar seja um conjunto homogêneo. Os municípios do estado do RJ não o são nas relações entre os diferentes tipos de consumo de energia. De modo a formar grupos de municípios homogêneos, propôs-se aqui uma fase anterior ao uso dos modelos DEA. Esta fase foi concentrada em um algoritmo não supervisionado, denominado de mapa auto-organizável ou rede de Kohonen, no qual não é necessário conhecer ou informar a priori o número de grupos a formar. As variáveis usadas para agrupar os municípios foram as várias classes de consumo de energia elétrica (por exemplo, residencial, rural, industrial etc.). A melhor rede foi a de dimensão [2x2], que resultou em 4 agrupamentos, com 74, 10, 5 e 2 municípios. Após essa etapa de agrupamento, modelos DEA CCR, com orientação a *inputs*, foram aplicados a cada grupo e modelos DEA BCC, com orientação a *inputs*, foram calculados para o total dos municípios do estado. Dessa forma, foi calculada uma medida de eficiência do consumo de energia elétrica de cada município do Estado. Na modelagem foi usado como *input* o consumo de energia elétrica e como *outputs* a área do município (em km²) e o produto interno bruto municipal (em R\$). Os dados referem-se ao ano de 2000. Na análise da importância de cada variável, para contornar o problema dos ótimos alternativos, correu-se um PPL auxiliar do tipo Maxmin que escolhe os pesos apresentados de forma a evitar, sempre que possível, os pesos nulos.

Palavras-Chave: Mapa de Kohonen, Análise Envolvória de Dados, Consumo de Energia Elétrica

Agradecimento: Ao Fundo Setorial de Energia (CT-Energ), por intermédio do CNPq (CT-Energ/CNPq 01/2003), processo 400646/2003-0, pelo apoio financeiro.

Sessão: TA3 - Multicritério I**Sala: Auditório I (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: Luís Dias

Metodologia Multicritério para a Elaboração de Planos de Investimentos

Ricardo Mateus

ricardo.mateus@sapo.pt

José Antunes Ferreira

antunes.ferreira@cised.pt

Os investimentos a incluir no Plano de Investimentos de uma organização visam naturalmente satisfazer diversos objectivos (estratégicos, técnicos, económicos, ambientais, legais e de segurança, entre outros). Como os recursos financeiros são limitados, a sua afectação pressupõe que apenas sejam seleccionados aqueles investimentos que maximizem o rácio benefícios/custos, dentro dos limites orçamentais definidos pela própria organização. Neste contexto, a elaboração de um Plano de Investimentos consistirá na selecção do subconjunto de investimentos que correspondam à melhor solução, à luz dos objectivos definidos, em termos de potenciar the best value for Money a longo prazo, compatível com a capacidade de investimento da organização. Apresenta-se a abordagem preconizada na elaboração de Planos de Investimentos, que se insere no quadro metodológico das denominadas metodologias multicritério de apoio à decisão, integrando técnicas e ferramentas de sólida base científica, de índole técnica (tais como, a análise multicritério, os mapas cognitivos, a abordagem MACBETH e a afectação de recursos) e sócio-organizacional (tais como, as conferências de decisão). Neste quadro, o papel do apoio à decisão é o de esclarecer, modelizar e integrar as diferentes perspectivas no processo de avaliação do portfolio de investimentos de uma organização, através do desenvolvimento de uma linguagem e estrutura formal de comunicação comuns e de interacção entre os stakeholders (decisores e técnicos especialistas), seguindo uma abordagem participativa, recursiva, interactiva, transparente, construtiva e de aprendizagem das questões em jogo, conducente à elaboração das recomendações acerca dos investimentos a incluir no Plano de Investimentos.

Palavras-Chave: Plano de Investimentos, Análise Multicritério, Afectação de Recursos, Conferências de Decisão

Algumas Ideias acerca de Classificação Ordinal Multicritério com Base em Exemplos

Clara Rocha

clara_pr@portugalmail.pt

Luís Dias

LDias@inescc.pt

Nesta comunicação propomos alguns princípios simples para problemas de classificação ordinal multicritério com base em exemplos, sem necessidade de explicitar os limites das classes. Apresentamos uma metodologia interactiva de classificação progressiva de um conjunto de acções, que se baseia em questionar o decisor para a obtenção de exemplos de classificação, os quais serão utilizados para obter o intervalo de classes onde outras acções poderão ser atribuídas. Para cada acção a ser classificada podem ocorrer três situações: se o intervalo definir apenas uma classe, a

acção poderá ficar classificada nessa classe; se o intervalo definir mais do que uma classe, o decisor pode optar por uma delas (estabelecendo um novo exemplo de classificação); se o intervalo não existir ou se existir mas não for aceite pelo decisor, será necessário rever a informação anteriormente fornecida. A definição dos intervalos de classes onde as acções poderão ser atribuídas baseia-se em princípios de coerência que distinguem os métodos que são propostos. O ideia básica é a de que se uma acção é tão boa ou melhor do que outra, então deve pertencer à mesma classe ou a uma classe superior. Propomos diferentes formas de operacionalizar este princípio, por um lado baseando-nos em funções de utilidade, por outro lado baseando-nos em relações de prevalência do tipo ELECTRE, recorrendo à optimização para inferir parâmetros dos modelos de agregação multicritério utilizados.

Palavras-Chave: Avaliação multicritério, classificação, algoritmos interactivos

Sistema de Apoio à Decisão em Grupo em Processos de Selecção de SI/TI

Teresa Pereira teresapereira@eseig.ipp.pt
Sameiro Carvalho sameiro@dps.uminho.pt

O objectivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em grupo para suporte dos processos de avaliação e selecção de SI/TI em empresas e/ou organizações. O sistema desenvolvido anteriormente MMASSI/TI Metodologia Multicritério para Apoio à Selecção de SI/TI - integra um modelo multicritério de apoio à decisão que visa proporcionar uma abordagem sistemática ao processo de decisão, capaz de produzir recomendações sustentadas relativamente à solução a adoptar. O sistema proposto foi testado em várias empresas com realidades distintas, tendo sido possível constatar que a utilização deste sistema de apoio à decisão permite sistematizar as características/funcionalidades consideradas relevantes nos sistemas em análise e integrar as prioridades dos decisores envolvidos no processo de selecção, tornando o processo de decisão muito mais claro e objectivo. Embora o SAD se tenha mostrado fundamental para estruturar o contexto decisional e melhorar a eficácia global do resultado da decisão, uma das dificuldades encontradas nesta fase de validação do SAD proposto estava relacionada com o facto de o processo de decisão envolver sistematicamente vários decisores com perfis distintos tornando a obtenção de consensos particularmente difícil. Neste trabalho é apresentado o estudo de modelos que incorporam decisões em grupo e a sua incorporação no sistema MMASSI/TI.

Palavras-Chave: Sistemas de Apoio à Decisão, Decisão em grupo, Processos de Decisão, Análise Multicritério, Sistemas de Informação.

Sessão: TA4 - Multiobjectivo I**Sala: 306 (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: Susana Colaço

O Cálculo do Indicador de Hipervolume

Luis Paquete lpaquete@ualg.ptCarlos M. Fonseca cmfonsec@ualg.pt

O Indicador de Hipervolume consiste na medida da região dominada por um conjunto de n pontos máximos no d -ortante positivo, e tem vindo a ser utilizado como medida de desempenho de algoritmos para problemas de optimização multiobjectivo. Vários algoritmos tem sido propostos para o seu cálculo, mas pouco se tem avançado relativamente à complexidade computacional deste problema. Nesta apresentação demonstram-se limites inferiores e superiores para o tempo de cálculo deste indicador através de reduções ao problema de medida de Klee e ao problema de encontrar o máximo de um conjunto de pontos, respectivamente. Finalmente, um algoritmo com desempenho óptimo para o cálculo do indicador de hipervolume em três dimensões é apresentado.

Palavras-Chave: Optimização Multiobjectivo, Complexidade Computacional, Geometria Computacional

Problemas Multiobjectivos de Resistência Newtoniana dos Corpos Não Convexos em Duas Dimensões

Alexander Plakhov plakhov@mat.ua.pt

Um corpo move-se num meio homogéneo composto de partículas infinitesimais. As colisões das partículas com o corpo são absolutamente elásticas. O meio é muito raro, portanto as partículas não interagem mutuamente. Pretende-se minimizar ou maximizar a resistência do meio ao movimento do corpo, numa classe predefinida dos corpos. Este problema é considerado em duas dimensões, em varias classes de corpos que se encontram em rotação e/ou se deslocam em meios de temperatura positiva. Em classes de corpos convexos, o problema é usualmente bastante fácil. Pelo contrário, em classes de corpos não convexos o problema torna-se difícil, devido a dificuldades de controlar comportamento das partículas com colisões múltiplas. No entanto, nós mostramos como ultrapassar estas dificuldades. A resistência de um corpo é a quantidade vectorial, portanto pode-se apenas tratar as questões de maximização ou minimização da projecção deste vector a alguma direcção fixa. É natural reformular o problema de modo seguinte. Em todas as classes naturais de corpos, o vector de resistência toma valores num conjunto convexo. A questão é: Determinar este conjunto. Nós mostramos que cada problema particular pode ser reduzido a um problema particular de Monge-Kantorovich. Este último problema consiste em transporte de massa distribuída numa circunferência, com dadas distribuições de massa inicial e final e com dada função de custo. Mais do que isso, este problema é vectorial. Nós resolvemos este problema numericamente em dois casos: (a) O problema de resistência de corpos que se encontram em rotação uniforme. (b) O problema de resistência de corpos que se deslocam em meios com temperatura absoluta positiva.

Palavras-Chave: problemas de resistência mínima, problema de Monge-Kantorovich, programação linear, problemas multiobjectivos, optimização de forma

Estabilidade das Soluções Eficientes Face à Variação dos Pesos em Modelos de Programação Linear Multiobjectivo

Ana Rosa Pereira Borges arborges@isec.pt
Carlos Henggeler Antunes cantunes@inescc.pt

O principal objectivo deste trabalho é o de apresentar alguns estudos experimentais sobre a estabilidade das soluções eficientes face a variações no valor dos coeficientes de ponderação das diferentes funções objectivo, em modelos de programação linear multiobjectivo nos quais o cálculo das soluções eficientes é efectuado por intermédio da optimização de uma soma pesada das várias funções objectivo. As experiências computacionais realizadas baseiam-se na análise geométrica, no diagrama paramétrico (dos pesos), da sobreposição das regiões de indiferença (associadas a uma dada solução básica eficiente) com as regiões de tolerância obtidas através de um estudo de abordagem tolerante (para um determinado conjunto de pesos estimado).

Palavras-Chave: programação linear multiobjectivo, abordagem tolerante em análise de sensibilidade, estabilidade das soluções eficientes

Sessão: TA5 - Data Mining**Sala: CGD (Piso 4)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: Nelson Chibeles Martins

Resolução de Problemas de Data Mining Recorrendo a Transformações em Redes e Grafos

Luís Cavique lcavique@escs.ipl.pt

A determinação do Cabaz de Compras, problema típico de Data Mining, tem-se revestido de uma crescente importância com o desenvolvimento da nova economia. Os principais algoritmos para a Análise do Cabaz de Compras têm uma elevada complexidade algorítmica, tendo sido desenvolvido pelo autor um algoritmo de mais baixa complexidade temporal, o algoritmo Similis, que se baseia na transformação do problema para um grafo, fazendo corresponder a cada cabaz de compras um sub-grafo completo. A análise do cabaz de compras temos uma visão estática da relação cliente coma loja. Ao explorar os atributos (data, cliente, produto) podemos ter uma visão mais dinâmica ao analisar os cabazes de compras sequenciais. Isto é baseado no princípio que os padrões de compra sequenciais podem ser representados por Diagramas de Transição de Estados, de tal forma que se for conhecido o actual estado de um cliente, é possível prever o próximo estado de compra. Depois da transformação do problema para uma rede de produtos é aplicado o algoritmo Maximum Weight Branching que vai determinar as sequencias mais frequentes. Apresentam-se as complexidades temporais das heurísticas utilizadas e os resultados computacionais com dados reais.

Palavras-Chave: Data Mining, Análise do Cabaz de Compras, Padrões Sequenciais

Extrair Conhecimento de Provérbios

Armando B. Mendes amendes@notes.uac.ptGünther Matthias A. Funk mfunk@notes.uac.ptM^a Gabriela C.B. Funk funk@notes.uac.pt

Com base no Adagiário Popular Açoriano de Armando Côrtes-Rodrigues e muitas outras colectâneas portuguesas foram recolhidos cerca de 25.000 frases idiomáticas. Em pré-testes para filtragem de frases idiomáticas menos usadas, foram inquiridos indivíduos com idades superiores a 40 anos, residentes em diferentes localidades da ilha de São Miguel, tendo sido a recolha efectuada em lares de idosos e centros paroquiais de convívio. Estes inquéritos de reconhecimento passivo (apenas indicar os que conhece) foram posteriormente comparados com alguns resultados de reconhecimento activo (completar um provérbio iniciado), tendo-se concluído da proximidade de resultados entre reconhecido activo e passivo. Observou-se igualmente o reconhecimento activo e passivo de inquiridos sem saber ler ou escrever, concluindo-se, ao contrário das expectativas, que este grupo de pessoas não reconhece mais provérbios do que os restantes. Após esta primeira fase verificou-se que cerca de dois quintos dos exemplares testados não tinham sido reconhecidos por nenhum dos inquiridos, tendo sido excluídos de inquéritos subsequentes. No projecto de maior envergadura que englobou todas as ilhas

dos Açores e algumas localidades dos EUA com forte componente de imigração açoriana, utilizou-se uma base de dados com cerca de 5.000 provérbios conhecidos em diferentes ilhas dos Açores e com índice de reconhecimento superior a 10% no pré-teste. Utilizou-se um processo aproximado de amostragem por quotas, tentando controlar os factores: sexo, três classes de idade e 2 classes do grau de habilitações. Verificando-se posteriormente que a amostra era representativa da população para as faixas de idade consideradas, género e profissões. O cruzamento entre os inquiridos e os provérbios resultou numa tabela com cerca de 250.000 registos. Sobre estes dados foram já realizados diferentes trabalhos de estatística descritiva resultando na publicação de três livros pelos dois últimos autores deste artigo: Pérolas da Sabedoria Popular Portuguesa: Provérbios de São Miguel, Provérbios das Ilhas do Grupo Central dos Açores e Provérbios Açorianos nos EUA. Com o objectivo de extracção de conhecimento por análise de dados é, agora, necessário construir uma tabela de dados a analisar. No caso presente, entre outros objectivos, pretende-se identificar grupos de indivíduos com maior capacidade de reconhecer provérbios e, em simultâneo, caracterizar esses grupos. Partindo de bases de dados normalizadas a construção da tabela de dados de indivíduos com o máximo de atributos passa por um processo de desnormalização, por fazes de agregação de valores de atributos discretos e por um rigoroso controlo da qualidade dos dados obtidos. Nesta comunicação apresentam-se alguns exemplos de problemas que podem surgir em cada uma das fazes referidas. Utilizam-se algoritmos de machine learning como árvores de regressão e modelos discriminantes lógicos como CHAID e CART. Verificou-se nomeadamente uma redução significativa do conhecimento dos provérbios por parte de inquiridos com menos de 40 anos. Tal facto constitui um padrão normal em qualquer cultura se considerarmos que o processo de familiarização com os textos proverbiais necessita de um mínimo de experiência de vida. No entanto, verificou-se igualmente uma diminuição na percentagem de provérbios reconhecidos em inquiridos com idades superiores a 65 anos. De referir que a densidade proverbial respeitante ao conjunto dos informantes luso-americanos cabe perfeitamente dentro do espectro das taxas homólogas registadas no arquipélago, pelo que se conclui que a cultura açoriana se mantém ainda viva nessas zonas de emigração. No entanto, identificaram-se importantes diferenças entre os EUA e o Canadá, observando-se um grau de reconhecimento de provérbios acima da média no primeiro e abaixo no segundo.

Palavras-Chave: Geração de conhecimento; Data mining; Provérbios; Desnormalização; Modelos discriminantes lógicos; Árvores de regressão

Optimização dos Cabazes de Compras de Medicamentos numa Farmácia

Inês Almeida Azevedo ines.azevedo@gmail.com
Nelson Chibeles Martins npm@fct.unl.pt

No âmbito do Data Mining, em particular o Market Basket Analysis, surgiu a ideia de estudar que tipos de medicamentos são comprados com maior frequência em conjunto, numa farmácia em Lisboa. O objectivo do Market Basket Analysis é construir grupos de produtos que habitualmente se compram em conjunto permitindo à empresa que encomendou o estudo, alterar e melhorar algumas técnicas de marketing de forma a criar situações que proporcionem ainda mais as vendas desses grupos de produtos. No presente trabalho, foi utilizada a metodologia proposta por Cavique (2004) adaptada às características peculiares da actividade farmacêutica. Nesta comunicação apresentar-se-á as adaptações feitas ao algoritmo SIMILIS, e resultados computacionais obtidos.

Palavras-Chave: Data Mining, Market Basket Analysis, Pesquisa Tabu, Meta-Heurística

Sessão: TA6 - Economia e Finanças I**Sala: Edifer (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****9:00 - 10:00**

Moderador: Manuel Ramalhete

Uma Abordagem Integral para a Gestão de Receitas em Voos Comerciais sem Escala: o Papel da Optimização Robusta

Joaquim Gromicho jgromicho@ortec.nl
Ilker Birbil sibirbil@sabanciuniv.edu
Hans Frenk frenk@few.eur.nl
Shuzhong Zhang zhang@se.cuhk.edu.hk

Neste trabalho apresentamos versões robustas de modelos estáticos e dinâmicos de alocação de capacidade analisados por Wollmer e por Lautenbacher e Stidham respectivamente. Os modelos robustos são de certa forma imunes aos inevitáveis erros na estimação dos parâmetros das distribuições envolvidas. A nossa experiência computacional demonstra empiricamente que a variabilidade dos resultados é consideravelmente reduzida, enquanto que as receitas esperadas apenas diminuem marginalmente.

Palavras-Chave: Gestão de receitas em voos comerciais, Voos sem escala, Modelos estáticos, Modelos dinâmicos, Optimização robusta

Afectação de Capital por Métodos Neurocomputacionais Adaptativos

Patrícia Xufre Casqueiro pxufre@fe.unl.pt
António J.L. Rodrigues ajrodrigues@fc.ul.pt

As estratégias de investimento são, em geral, baseadas em modelos de previsão, e estes são por sua vez optimizados em função do seu desempenho em observações passadas. Contudo, o objectivo principal da maioria dos investidores consiste na optimização de uma medida de desempenho ajustada ao risco, como, por exemplo, o tão conhecido Índice de Sharpe. Este tema tem sido alvo de diversos estudos da área da Neurocomputação. O trabalho aqui apresentado analisa e explora algumas das mais recentes abordagens referidas na literatura, e propõe algumas variantes a essas abordagens. As técnicas descritas são ilustradas e comparadas empiricamente, quer através da utilização de séries financeiras reais, quer através de séries simuladas, através de processos estocásticos usualmente considerados como subjacentes a séries de preços de activos. Neste trabalho é também analisada e discutida uma outra medida de risco que se tem tornado bastante popular junto das entidades financeiras, o Value-at-Risk, que pode ser utilizada não só para a estimação do risco associado a determinada carteira de activos, como também para a construção de uma estratégia de investimento.

Palavras-Chave: modelos de investimento, análise de risco, previsão, programação dinâmica, redes neuronais, processos estocásticos

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Modelação do Funcionamento do Mercado sobre Opções para a Sustentabilidade

Aldina Soares asoares@est.ips.pt
Paulo Ferrão ferrao@dem.ist.utl.pt
Carlos Luz cluz@est.ips.pt

É comumente aceite que as condições de funcionamento do mercado prevalecem sobre as decisões que afectam a sustentabilidade, sendo uma situação particularmente notória em períodos de recessão económica. É consensual que a adopção da reciclagem como estratégia na gestão de resíduos, fornece contribuições positivas para a preservação de recursos e para a redução da poluição, favorecendo outros benefícios sociais. No entanto, para alcançar os benefícios da reciclagem é necessário que haja procura para produtos finais produzidos com material reciclado. Essa procura pode ser afectada pelas condições de funcionamento do mercado. Para investigar de que forma as condições de mercado podem interferir sobre as estratégias de um país relativamente à reciclagem dos seus resíduos, desenvolveu-se um modelo multiobjectivo com inclusão do mercado. São modeladas as opções de tratamento de resíduos que se colocam ao nível de um país, sendo alargada a cadeia de tratamento até à comercialização dos produtos finais, contemplando ainda a respectiva concorrência de produtos de outras origens. Os critérios de decisão considerados relevantes foram os custos económicos, os impactes ambientais e os consumos energéticos ao nível do país. Os resultados do ensaio de diferentes condições de funcionamento do mercado sobre este modelo, mostram que a reciclagem não está sempre no conjunto das opções e a selecção desta opção é mais dificultada em condições de mercado excedentário do que em condições de escassez.

Palavras-Chave: Reciclagem e sustentabilidade, modelo de mercados de reciclagem, reciclagem de plásticos, reciclagem VFV

Sessão: TB1 - Localização I**Sala: Auditório III (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: Sérgio Barreto

Localização de Serviços Semiobnóxios

M. Conceição Fonseca mdfonseca@fc.ul.pt
Maria Eugénia Captivo mecaptivo@fc.ul.pt

Os serviços tais como estações de tratamento de água e de resíduos sólidos são designados de semiobnóxios uma vez que prestam serviços úteis às comunidades mas, devido à sua natureza exercem simultaneamente um efeito nocivo sobre as comunidades circundantes que os utilizam. Assim, os modelos propostos para o problema de localização de serviços semiobnóxios são modelos de localização biobjectivo. Os dois objectivos contraditórios são a minimização do efeito obnócio e maximização da acessibilidade, sendo considerados quer em termos médios quer em termos de pior caso. Modelos sem restrições de capacidade nos serviços, com restrições de capacidade máxima e restrições de capacidade por níveis são apresentados e analisados em termos de tempos médios de execução e de equidade das soluções obtidas. Estudam-se ainda, para todos os modelos, as alterações provocadas pela inclusão de uma restrição adicional ao investimento. Os resultados computacionais apresentados e analisados dizem respeito a problemas gerados aleatoriamente.

Palavras-Chave: localização de serviços, modelos bicritério, soluções não-dominadas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Resolução de um Problema de Localização Dinâmica por Decomposição Cruzada

Francisco Saldanha da Gama fsgama@fc.ul.pt
Margarida Silva margarida.silva@portugalmail.com

Neste trabalho é proposta a aplicação da técnica de decomposição cruzada a um problema de localização dinâmica com restrições de capacidade. Considera-se um horizonte de planeamento particionado em diversos períodos e assume-se a existência de um conjunto de clientes com procura variável mas conhecida ao longo desse horizonte. Assume-se, ainda, a existência de um conjunto de serviços em funcionamento de início que podem ser encerrados mais tarde e um conjunto de localizações nas quais se podem instalar novos serviços. Todos os serviços têm uma capacidade limitada. O objectivo é determinar o melhor plano de localização dos serviços e satisfação da procura, minimizando o custo total que se decompõe em custos de instalação/remoção, custos de operação dos serviços em funcionamento e custos de afectação da procura. Assume-se que a configuração de cada localização não pode ser alterada mais do que uma vez ao longo do horizonte de planeamento. O problema é formulado em programação linear inteira mista com variáveis binárias associadas às decisões de localização dos serviços e variáveis contínuas associadas à satisfação da procura. Para cada concretização do vector de variáveis inteiras, o problema reduz-se a um simples problema de

programação linear. A divisão natural das variáveis sugere a aplicação de um método de decomposição, o que permite reduzir a dimensionalidade do problema. Apresenta-se, primeiramente, a aplicação do método de decomposição de Benders cujo desempenho foi fortemente melhorado com a introdução de cortes de Benders reforçados por meio de um procedimento heurístico. Seguidamente, apresenta-se a aplicação da decomposição cruzada, estratégia que explora, simultaneamente, as estruturas primal e dual do problema. A experiência computacional é baseada em instâncias geradas aleatoriamente e os métodos abordados são comparados com um procedimento geral de pesquisa em árvore incorporado num general solver.

Palavras-Chave: localização dinâmica, programação inteira mista, decomposição de Benders, decomposição cruzada

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Uma Aproximação Interactiva para Problemas de Localização-Distribuição com Capacidade

Rui Borges Lopes ruiborges@egi.ua.pt
Sérgio Barreto sergio.barreto@isca.ua.pt
Carlos Ferreira carlosf@egi.ua.pt
Beatriz Sousa Santos bss@det.ua.pt

As actividades logísticas relacionadas com a localização e distribuição têm assumido uma importância crescente e decisiva no quotidiano de uma parte significativa de empresas e instituições. Por esse motivo, uma abordagem integrada da localização e da distribuição e um apoio à tomada de decisão, poderá constituir uma vantagem competitiva importante. Esta comunicação descreve uma aproximação interactiva, desenvolvida para Problemas de Localização-Distribuição com Capacidade. Este protótipo de Sistema de Apoio à Decisão apresenta duas características chave, no âmbito da interface de utilizador e nos algoritmos de resolução, que cumprem objectivos inicialmente definidos, com base no conhecimento dos potenciais utilizadores. No que respeita à interface, privilegiou-se a facilidade de aprendizagem e de utilização. No que concerne aos algoritmos, combina-se a possibilidade de resolução exacta com a utilização de heurísticas e procedimentos de melhoramento, permitindo a rápida exploração de cenários alternativos.

Palavras-Chave: logística, localização-distribuição, apoio à decisão, aproximação interactiva, sistema

Sessão: TB2 - DEA II**Sala: UNICRE (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: José Rui Figueira

Dualidade em Modelos DEA de Input Constante

João Carlos Soares de Mello jcsmello@yahoo.com.br

A Análise Envoltória de Dados avalia unidades produtivas com base no que consomem (inputs) e no que produzem (outputs). Presume-se que para produzir algo, é necessário haver algum consumo. No entanto, têm surgido com alguma frequência modelos só com inputs ou só com outputs, principalmente por autores usam DEA como ferramenta multicritério. A avaliação teórica de modelos deste tipo foi feita por Lovell e Pastor (1999). Entre outras conclusões os autores afirmam que não podem haver modelos DEA orientados a input com input unitário. De fato, esta afirmação, mesmo sem entrar em detalhes matemáticos, parece óbvia: se o input é constante, que sentido faria calcular a máxima redução que ele pode ter para ainda assim a DMU se situar no conjunto de possibilidades de produção? A resposta é que não pode ser reduzido (nem aumentado), o que tiraria a validade do modelo. Matematicamente a construção de modelos deste tipo levaria a alguns paradoxos, advindos de uma divisão por zero. Deve ser salientado que esta análise é feita no modelo do envelope. No modelo dos multiplicadores não surge nenhuma contradição aparente. Assume-se a sua incoerência pelo fato de os dois modelos serem duais. Mostrar-se -á que o modelo dos multiplicadores pode ser usado, embora seja conveniente retirara designação orientado a inputs. Um modelo deste tipo maximizaria a soma ponderada outputs, sem nenhum denominador. Assim, não há necessidade de impor a restrição de que o denominador seja unitário. As restrições de que a eficiência das diversas DMUs, com os pesos da DMU observada não podem exceder a unidade conteriam apenas outputs e o segundo membro igual a 1. A ausência da restrição de igualdade provoca, no dual, a ausência de uma variável livre, h , que representa, nos modelos clássicos, o coeficiente de redução dos inputs. Não havendo essa variável não se fala em redução equiproporcional de inputs, e o motivo da não aceitação do modelo deixa de existir. A função objetivo do dual passa a ser a minimização da soma dos lambdas, e o modelo só tem restrições referentes aos outputs.

Palavras-Chave: DEA, input unitário, dual

Apoios: Este trabalho teve apoio do CNPq, processo 470423/2004-8.

Medição da Eficiência dos Serviços de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal

Rui Cunha Marques

rcmar@civil.ist.utl.pt

João Quinhones Levy

jglevy@cesur.civil.ist.utl.pt

Ana Pinela

anapanela@cesur.civil.ist.utl.pt

Este artigo emprega a técnica de data envelopment analysis (DEA) para medir a eficiência dos serviços de resíduos sólidos em Portugal. A DEA é um método fronteira não paramétrico baseado em técnicas de programação matemática para avaliação da eficiência relativa de unidades organizatórias (UO). Nas últimas duas décadas, a DEA tem sido empregue em vários sectores, inclusive no dos resíduos sólidos em muitos países, por diferentes actores com objectivos diversos. Este artigo usa a técnica de DEA para determinar medidas de eficiência para os serviços de resíduos sólidos portugueses, procurando identificar as melhores práticas no sector e analisar se existe alguma relação dos casos de sucesso com a natureza do seu formato institucional.

Palavras-Chave: eficiência, data envelopment analysis (DEA), serviços de resíduos sólidos

Abordagem Híbrida para Afectação de Grandes Quantidades de Recursos Discretos em Modelos DEA

Eliane Gonçalves Gomes

eliane.gomes@embrapa.br

João Carlos Soares de Mello

jcsmello@yahoo.com.br

Modelos DEA medem a eficiência de unidades produtivas (conhecidas como DMUs) e essa medida serve, normalmente, para avaliar as unidades e indicar quais as melhores práticas de gestão que servem de referência para as demais. A medida de eficiência pode ser considerada como um índice de aproveitamento de recursos e, assim, pode ser usada para a (re)afectação de recursos. Devem-se afectar mais recursos para as unidades que melhor fazem uso deles. Esse tipo de procedimento é de interesse especial quando há um controle central que deve distribuir recursos escassos ou restritos às suas unidades constituintes. Destacam-se duas abordagens baseadas em DEA, sem pré definição da forma da fronteira, para distribuir recursos: modelos DEA com Ganhos de Soma Zero (DEA-GSZ) e o algoritmo sequencial de atribuição de recursos discretos em modelos DEA. Modelos DEA-GSZ assumem a hipótese de dependência de produção ou de uso dos recursos. Nesses modelos é imposta uma restrição adicional aos problemas DEA clássicos, qual seja, a de que a soma de um certo recurso (ou produto) deve ser constante. Assim, quando uma DMU ineficiente busca seu alvo na fronteira de eficiência, o valor das demais DMUs é alterado para manter a soma constante. No caso em que todas as DMUs ineficientes buscam a eficiência, a aplicação do modelo DEA-GSZ fará com que o recurso (ou produto) de soma constante seja redistribuído em sua totalidade. Após esse procedimento, todas as DMUs pertencerão à fronteira de eficiência. O algoritmo sequencial para afectação de recursos tem pressupostos semelhantes aos do modelo DEA-GSZ. Esse algoritmo considera o compartilhamento de recursos discretos que ainda serão distribuídos. Em cada passo, os recursos são distribuídos a cada conjunto de DMUs eficientes, mas apenas uma unidade de recurso para cada DMU eficiente. Feita esta distribuição, supõe-se que os recursos já foram efectivamente distribuídos e calculam-se as novas DMUs eficientes, repetindo-se o algoritmo até distribuir todos os recursos. Dessa forma, este é um algoritmo sequencial de afectação de recursos, que toma como base as medidas de eficiência DEA. No caso em que a quantidade de recursos a ser distribuída é inferior ao número de unidades

eficientes, o algoritmo propõe que os recursos sejam distribuídos, em primeiro lugar, para as eficientes que não foram contempladas nas etapas anteriores e, em seguida, para as eficientes com menor quantidade original do recurso em questão. Nos casos em que a variável a distribuir é inteira e a quantidade de recursos é grande, o algoritmo sequencial pode-se tornar moroso. Nesta comunicação, propõe-se uma etapa de aceleração anterior ao uso do algoritmo sequencial, que usa o modelo DEA-GSZ (que na sua forma actual é válido para variáveis contínuas). A redistribuição proposta pelo modelo DEA-GSZ é, então, usada como base para o algoritmo sequencial da seguinte forma: como a cota redistribuída é fraccionária, é afectada a cada unidade a parte inteira desta cota. A soma das sobras (número inteiro) é afectada pelo algoritmo sequencial. A abordagem híbrida aqui proposta é aplicada a um exemplo numérico.

Palavras-Chave: DEA, Ganhos de Soma Zero, Afectação

Apoios: Este trabalho teve o apoio do CNPq processo 470423/2004-8.

Sessão: TB3 - Grafos e Redes II**Sala: Auditório I (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: Pedro Martins

Uma Nota sobre a Geração Ordenada de Soluções Não Dominadas Extremas nos Problemas de Árvore de Suporte de Custo Mínimo Bi-critério

Carlos Gomes da Silva

cgsilva@estg.ipleiria.pt

João Carlos Namorado Clímaco

jclimaco@inescc.pt

A geração do conjunto completo de soluções não dominadas (fronteira de Pareto) permanece um desafio teórico, também com interesse prático, na esmagadora maioria dos problemas combinatórios, mesmo com apenas duas funções objectivo. A determinação das soluções extremas é bastante mais fácil quando se dispõe de um algoritmo eficiente para resolver a versão mono-critério dos problemas. Por esta razão, muitas vezes, o cálculo das soluções eficientes extremas é feito separadamente, constituindo estas soluções uma primeira aproximação da fronteira de Pareto. O método das somas ponderadas é usualmente utilizado para gerar as soluções extremas. Este método, calcula as soluções eficientes extremas através de optimizações sucessivas de funções objectivo do tipo soma-ponderada. Muitas destas optimizações dão origem a soluções eficientes já conhecidas e as soluções não são geradas de modo ordenado no espaço dos objectivos. Nesta comunicação apresentamos um procedimento alternativo para o caso do problema da árvore de suporte de custo mínimo bi-critério (BMST). Para este problema, a aplicação do método das somas ponderadas pode ser encontrada, por exemplo, em Andersen et al. (1996) Ramos et al. (1998) e em Steiner e Radzik (2003). O procedimento que propomos, baseia-se na identificação sistemática dos arcos que devem ser removidos de uma árvore abrangente e dos arcos que devem ser inseridos, de modo a obter a solução extrema adjacente. Com base no procedimento, transita-se de uma solução não dominada extrema para a solução não dominada extrema adjacente. Apresentamos ainda a possibilidade de aplicação do procedimento num ambiente interactivo de procura de soluções eficientes para o BMST.

Palavras-Chave: Árvore de suporte de custo mínimo, soluções eficientes extremas, problemas combinatórios

Sobre a Complexidade do Problema da Árvore de Suporte com Grau Mínimo

Ana Maria Almeida amca@mat.uc.pt
Pedro Martins pedrocm@mail.telepac.pt
Maurício Souza mauricio@dep.ufmg.br

Este problema, denominado de md_MST, é modelado através de um grafo conexo, para o qual se pretende determinar uma árvore de cobertura (de suporte), cujos nós devem obedecer a restrições minimização de grau. Nesta intervenção, o problema será formalmente apresentado e será descrita a construção da redução deste problema ao Matching Tri-dimensional, que prova a sua NP-dificuldade.

Palavras-Chave: Complexidade, NP-completude, Árvore de suporte, Grafos

Formulações para o Problema de Árvore de Suporte de Custo Mínimo com Restrição de Grau

Pedro Moura pmmoura@fc.ul.pt
Luís Gouveia legouveia@fc.ul.pt
Christophe Duhamel christophe.duhamel@isima.fr
Maurício Souza mauricio@dep.ufmg.br

O Problema da Árvore de Suporte de Custo Mínimo com restrição de grau consiste em determinar a árvore de suporte com a restrição adicional de que o grau de cada nodo não excede um dado valor fixo. Neste trabalho apresentamos uma variante do problema em que uma função de custos côncavos é adicionada à função objectivo. Numa primeira fase é feita uma descrição do problema e da respectiva complexidade procedendo-se de seguida à apresentação de algumas formulações. Com o intuito de melhorar a qualidade dos limites inferiores obtidos pela relaxação linear são apresentadas desigualdade válidas. Também se apresenta uma heurística híbrida para este problema baseada numa GRASP. Os resultados comparativos são apresentados para instâncias de 25, 50 e 100 nodos e diferentes densidades.

Palavras-Chave: Relaxação Linear, desigualdades válidas, Problema de Knapsack, Árvore de suporte, pesquisa local

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: TB4 - Multiobjectivo II**Sala: 306 (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: Elizabete Monteiro

Análise de Robustez em Optimização Evolucionária Multi-objectivo uma Aplicação em Redes Eléctricas de Distribuição

Carlos Barrico

cbarrico@inescc.pt

Carlos Henggeler Antunes

cantunes@inescc.pt

O principal objectivo do estudo de um problema de optimização multi-objectivo é muitas vezes caracterizar o conjunto de soluções eficientes (não dominadas ou óptimas de Pareto). No entanto, algumas destas soluções, que poderão ter interesse para um agente de decisão como boas soluções de compromisso, podem ser muito sensíveis a perturbações nos valores estimados para os dados do modelo, podendo, deste modo, levar a uma importante degradação no valor das funções objectivo. Desta forma, surge a necessidade de oferecer ao agente de decisão soluções que sejam relativamente insensíveis a perturbações dos dados. Isto é, os algoritmos devem privilegiar o cálculo de soluções robustas. Neste trabalho é apresentada uma nova abordagem à análise de robustez em optimização evolucionária multi-objectivo, a qual envolve a definição de grau de robustez associado às soluções. Esta abordagem está vocacionada para tratar problemas cujos coeficientes das funções objectivo estão sujeitos a perturbações (nos seus valores nominais). Esta abordagem faz uso do conceito de cenário, definido como uma possível representação dos coeficientes das funções objectivo, baseando-se no comportamento das soluções na vizinhança do cenário de referência (associado aos valores nominais). Foi desenvolvida uma abordagem evolucionária incorporando este conceito de grau de robustez, o qual é embutido no processo evolucionário, em particular na avaliação do desempenho (fitness) de cada indivíduo. A ideia fundamental é determinar um conjunto de vizinhanças k_d em redor do cenário de referência s , tal que as imagens de x para aquela vizinhança de cenários ainda pertençam a uma vizinhança predefinida h em redor de $f_s(x)$ no espaço dos objectivos, o que permite associar às soluções um grau de robustez. O algoritmo evolucionário implementado utiliza uma estratégia elitista com uma população secundária (apenas com soluções não dominadas) de tamanho máximo constante. Pretende-se com a execução deste algoritmo evolucionário encontrar uma frente com as soluções não dominadas mais robustas, mas garantindo a diversidade das soluções na frente. Esta abordagem evolucionária foi testada num problema de compensação de potência reactiva em redes eléctricas de distribuição, considerando duas funções objectivo a minimizar: perdas resistivas e custo de instalação dos condensadores.

Palavras-Chave: Incerteza, Modelos multi-objectivo, Algoritmos evolucionários, Compensação de potência reactiva.

Estratégia de Produção Incorporada ao Planejamento Agregado da Produção através de um Modelo de Programação Linear Multiobjetivo

Adiel Teixeira de Almeida Filho ataf@ufpe.br
Adiel Teixeira de Almeida aalmeida@ufpe.br
Fernando Menezes Campello de Souza fmcs@hotmail.com.br

Este trabalho apresenta uma aplicação com um modelo de programação linear multiobjetivo de planejamento agregado da produção. Sendo o planejamento agregado da produção uma atividade de nível intermediário (nível tático) posterior ao planejamento da capacidade (nível estratégico) e anterior à programação da produção (nível operacional), o modelo multiobjetivo utilizado neste trabalho permite incorporar aspectos estratégicos, aumentando o escopo desta atividade de planejamento. Para isto, são utilizados os objetivos prioritários da estratégia de produção adotada pela empresa, que influenciarão na decisão a ser tomada no planejamento agregado da produção.

Palavras-Chave: Programação Linear Multiobjetivo, Planejamento Agregado da Produção, Estratégia de Produção

Um Modelo Multiobjectivo para Planeamento da Evacuação de Zonas Urbanas em Situações de Emergência - Aplicação à Baixa de Coimbra

Luís Alçada alcada@dec.uc.pt
Lino Tralhão linotralhao@netcabo.pt
Luís Santos lsantos@dec.uc.pt
Elizabete Monteiro emonteiro@ipg.pt
João Coutinho coutinho@dec.uc.pt

Apresenta-se uma abordagem multiobjectivo para a elaboração de um plano de evacuação de uma zona urbana, numa situação de emergência. Procura encontrar-se, para os edifícios, não só percursos de evacuação como também locais de refúgio adequados, tendo em consideração objectivos como a minimização de riscos diversos e distâncias a percorrer atendendo ainda a restrições de capacidade associadas a esses locais. Para tal faz-se uso de um modelo de programação linear inteira multi-objectivo (5 objectivos). Como aplicação é elaborado um plano de evacuação da baixa de Coimbra (cerca de 800 edifícios) numa situação de incêndio em larga escala. Foi usado o SIGUrb -Sistema de Informação e Gestão Urbana (desenvolvido no Depº Engª Civil da Universidade de Coimbra) para a disponibilização de informação alfanumérica e gráfica detalhada obtida no terreno, permitindo a avaliação de parâmetros de natureza económica, sociológica e física relativos aos edifícios, e, através dos seus mapas digitais, endereçar a natureza espacial do problema permitindo a representação de resultados na sua componente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Uma extensa base de modelos, incluindo os algoritmos usados, encontram-se disponíveis nos servidores do SIGUrb (<http://sigurb.dec.uc.pt>).

Palavras-Chave: Apoio à decisão multiobjectivo, localização, programação linear inteira, protecção civil, engenharia urbana.

Sessão: TB5 - Transportes II**Sala: CGD (Piso 4)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: Maria do Carmo Miranda Guedes

Modelo de Optimização para a Análise do Horário de Comboios

André Brantes amgbrantes@gmail.com
Nuno Moreira nmoreira@mail.ist.utl.pt

Actualmente é frequente a adopção de horários de comboios cadenciados que permitem uma normalização da oferta do transporte ferroviário com vantagens para os operadores e clientes. Tipicamente os horários são organizados em ciclo sendo o valor mais utilizado para o tempo de ciclo 60 minutos, ou seja, o horário repete-se a cada ciclo. Este foi também o valor adoptado no presente trabalho. A acrescentar a esta características está outra também muito importante que é relativa à frequência de comboios dentro do ciclo escolhido, por exemplo, 4 comboios de 15 em 15 minutos em cada 60 minutos. O problema da determinação dos horários pode-se dividir em dois tipos, numa abordagem microscópica e uma abordagem macroscópica. É nesta última na qual se centra o nosso trabalho. O problema é complexo se tivermos em conta uma abordagem que defina a infra-estrutura como uma rede, onde uma solução numa linha pode comprometer a solução global. Pretende-se determinar um horário óptimo que tenha em conta os principais conflitos que interferem na determinação do horário ao nível estudado. A resolução vai incidir sobre conflitos de sucessão, de cruzamento em via única, de transbordo e de rotas na entrada e saída de estações e toda a sua integração num único modelo. O modelo é formulado como um problema de programação linear inteira em que se obtém o horário óptimo para a rede considerada. O modelo é implementado e resolvido utilizando a ferramenta GAMS (General Algebraic Modeling System) recorrendo ao solver CPLEX. O modelo é resolvido e analisado recorrendo à infra-estrutura ferroviária portuguesa e com os diferentes tipos de comboios.

Palavras-Chave: Programação linear inteira; sistemas ferroviários; horários de comboios

Previsão de Tempos de Viagem em Empresas de Transportes Rodoviários de Passageiros

João Mendes Moreira jmoreira@fe.up.pt
Alípio Jorge amjorge@liacc.up.pt
Jorge Freire de Sousa jfsousa@fe.up.pt
Carlos Soares csoares@liacc.up.pt

Numa empresa de transportes rodoviários de passageiros, a previsão dos tempos de viagem dos autocarros pode permitir a melhor gestão dos recursos humanos reduzindo custos operacionais, assim como melhorar a qualidade do serviço prestado pela empresa. Neste trabalho é apresentada uma técnica para a previsão de tempos de viagem de autocarros com recurso a inteligência artificial/extracção de conhecimento. Esta técnica permite escolher entre um conjunto previamente

seleccionado de modelos de previsão aqueles com melhor capacidade de previsão para cada viagem a prever, combinando as previsões obtidas com os modelos seleccionados. Os resultados obtidos são promissores.

Palavras-Chave: Gestão operacional de transportes; Inteligência artificial; Regressão; Tempos de viagem

Avaliação do Desempenho de uma Rede de Transportes Públicos

Maria do Carmo Guedes	mmguedes@fc.up.pt
Amália Couto	amalia_couto@hotmail.com
Gueorgui Smirnov	gsmirnov@fc.up.pt

Para uma rede de transportes públicos urbanos servir de forma adequada uma população tem que evoluir ao longo do tempo adaptando-se às realidades sociais existentes. Uma mudança feita de acordo com uma melhoria de serviços pressupõe uma possibilidade de avaliação do seu desempenho. Como a realização de inquéritos aos utentes constitui um modo dispendioso de fazer essa avaliação, tem vindo a ser desenvolvida outra metodologia para estudar o impacto, a vários níveis, das alterações introduzidas. Neste trabalho descreve-se como se pode reconstruir a matriz origem-destino, introduzindo-se a possibilidade de mudança de linha, com base em dados de bilhética e de dados recolhidos em autocarro laboratório. É também feito um estudo da influência que um erro na reconstrução daquela matriz pode ter nas quantidades em estudo. Foi desenvolvido software especificamente para este tipo de modelo, com uma visualização gráfica simples dos resultados computacionais obtidos que permite fazer uma avaliação rápida dos diversos parâmetros de interesse.

Palavras-Chave: Matriz origem/destino, avaliação do desempenho, planeamento de linhas de transporte urbano

Sessão: TB6 - Modelos Estocásticos I**Sala: Edifer (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****10:10 - 11:10**

Moderador: Miguel Casquilho

A Influência do Resto do Universo

António Gouvêa Portela apdio@civil.ist.utl.pt

A Investigação Operacional tem por domínio a investigação da operação de sistemas que sejam artefactos ou seres vivos. Tem relevância apreciar o triplo: {agente, agregado e meio} e daí a sugestão do tema que se pode resumir nos tópicos: aprendizagem de agentes e o meio onde operam; formação de agregados; geração de estruturas nos agregados.

Palavras-Chave: O Resto do Universo; Aprendizagem de Agentes; Agregados

Optimização Robusta no Planeamento de Rede de Processos Flexíveis

João Luís de Miranda jlmiranda@estgp.ptMiguel Casquilho mcasquilho@ist.utl.pt

Apresenta-se um modelo para optimização robusta no planeamento de rede de processos químicos flexíveis, no âmbito de uma optimização em Programação Estocástica a Duas Fases (Two-Stage Stochastic Programming), considerando cenários aleatórios discretos. Em primeira fase, pretende-se determinar a expansão de capacidades dos processos, bem como as respeitantes decisões binárias (0, 1) quanto às expansões, modelando economias de escala. Em segunda fase, depois de conhecidas as instâncias aleatórias, obtêm-se os fluxos de materiais nos processos flexíveis, bem como os fluxos de reagentes a comprar e produtos a vender. O modelo matemático é um modelo de Programação Linear Inteira Mista (Mixed Integer Linear Programming, MILP) esparso, com variáveis binárias a obter em primeira fase, constituindo um problema que se revela ser da classe NP-hard. Então, não sendo possível encontrar um algoritmo polinomial exacto, desenvolve-se um procedimento heurístico que funciona satisfatoriamente na gama de utilização prática dos parâmetros do problema. Realiza-se um estudo de optimalidade do problema, analisando-se a sensibilidade da função objectivo robusta aos parâmetros de penalização, quer da variabilidade, quer das folgas das referidas capacidades de produção.

Palavras-Chave: "Process planning"; programação estocástica a duas fases; optimização robusta; complexidade computacional; heurística

Modelo de Bertrand com Incerteza nos Custos

Fernanda A. Ferreira fernandaamelia@eseig.ipp.pt

Flavio Ferreira flavioferreira@eseig.ipp.pt

Alberto Pinto aapinto@fc.up.pt

O modelo de Bertrand descreve uma situação de duopólio em que duas empresas competem nos preços dos bens que produzem, tomando as decisões simultaneamente. No caso clássico, a informação é completa. Assim, ambas as empresas conhecem os custos de produção de cada uma. Neste trabalho, consideramos a existência de incerteza nos custos de produção de ambas as empresas. Vamos supor que cada empresa possui duas tecnologias diferentes, e utiliza uma delas de acordo com uma distribuição de probabilidade. O custo unitário de produção depende da tecnologia utilizada. Estas distribuições de probabilidade são de domínio público. Para este modelo, determinamos os preços em equilíbrio assim como os lucros esperados de ambas as empresas. Fazemos ainda simulações para analisar o efeito das probabilidades sobre os lucros esperados.

Palavras-Chave: Teoria de Jogos, Duopólio, Equilíbrio de Nash bayesiano, Incerteza

Sessão: TEns - Ensino**Sala: Auditório I (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****11:30 - 13:00**

Moderador: Maria Antónia Carravilla

Alguns Problemas de Investigação Operacional na Aula de Matemática

Susana Colaço susana.colaco@eses.ptMargarida Vaz Pato mpato@iseg.utl.pt

A Investigação Operacional é uma fonte muito rica em situações problemáticas que podem ser também discutidas e trabalhadas em contexto de sala de aula no ensino não superior. A sua abordagem não é novidade no âmbito do ensino da Matemática em diversos países. Em Portugal são vários os trabalhos sobre este tema, nomeadamente, sobre a teoria de grafos ao nível do ensino básico e secundário e a programação linear ao nível do secundário. Nesta comunicação serão discutidas algumas dessas situações exemplificadas com actividades, cuja resolução envolve o modelo simples de programação linear a alguns modelos de optimização combinatória, nomeadamente, modelos de cobertura, partição e empacotamento.

Palavras-Chave: ensino, problemas de optimização

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Utilização da Plataforma de Ensino à Distância MOODLE na Docência de Disciplinas de Investigação Operacional na FCT-UNL: um Relato de Experiências

Ruy Costa rcosta@fct.unl.pt

A possibilidade de utilização de plataformas de ensino à distância veio abrir novas possibilidades na docência em geral e, em particular, na docência de disciplinas da área de Investigação Operacional. Nesta comunicação pretende-se apresentar algumas das experiências levadas a cabo na FCT-UNL na docência de disciplinas, com diferentes naturezas, da área de IO. Em disciplinas que decorrem em laboratório computacional, a utilização da plataforma Moodle permite que os alunos tenham um mais fácil acesso aos materiais de apoio às aulas, incluindo eventualmente ficheiros de dados. Permite ainda a recepção on line de trabalhos realizados pelos alunos, para posterior classificação pelos docentes e possibilita a disponibilização de materiais de apoio pós-aula (por exemplo, com a apresentação de resultados de experiências computacionais mais exaustivas, que não poderiam ser levadas a cabo na aula). Em disciplinas do tipo Seminário, em que os alunos preparam apresentações para serem feitas na aula, a utilização desta plataforma facilita a recolha de materiais produzidos pelos alunos e destinados aos seus colegas e sua disponibilização de modo a que os alunos quando chegam a uma aula disponham da informação relativa às matérias que serão apresentadas, facilitando o acompanhamento das apresentações. Após cada aula, as apresentações, eventualmente com correcções, poderão ser disponibilizadas para consulta posterior de todos os alunos. Em disciplinas com um número elevado de alunos tipicamente uma disciplina de introdução à IO a utilização da

plataforma Moodle permite a disponibilização gradual ao longo do semestre de materiais de apoio às matérias apresentadas e a realização de testes de auto-avaliação de correcção automática pelo Moodle. Estes testes poderão admitir perguntas de diversos tipos, dos quais destaco as perguntas de respostas múltiplas (que podem admitir apenas uma, ou mais do que uma resposta correcta) e as perguntas de resposta numérica (que podem admitir uma resposta aproximada com um nível de precisão estipulado pelo docente). Em geral, a utilização da plataforma de ensino à distância reforça a interacção docente-alunos, facilita a divulgação de avisos gerais e permite o acesso do aluno quando ele está realmente disponível para o fazer.

Palavras-Chave: Ensino de IO; Ensino à distância

Aprender Investigação Operacional com Trabalhos de Casa

José Fernando Oliveira	jfo@fe.up.pt
Maria Antónia Carravilla	mac@fe.up.pt
António Miguel Gomes	agomes@fe.up.pt

A motivação dos alunos para o estudo continuado ao longo do semestre é actualmente uma das maiores preocupações em qualquer escola ou curso do ensino superior em Portugal. No entanto, quando se trata de disciplinas que não pertencem à área científica nuclear do curso, a necessidade de estratégias que ultrapassem a simples chamada de atenção para a importância dos assuntos tratados na futura vida profissional dos alunos, não é suficiente. É num contexto destes que se insere a disciplina de Investigação Operacional (IO) na Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (LEEC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. IO surge assim a competir pelo tempo, atenção e dedicação dos alunos num contexto particularmente desfavorável, ao fazê-lo com disciplinas de especialidade. Será descrita sucintamente uma iniciativa pedagógica no ensino da IO que procurou, para além de promover e provocar este estudo continuado, desenvolver ainda algumas competências não técnicas nos alunos.

Palavras-Chave: ensino; aprendizagem

Sessão: TP3 - Plenária 3

Sala: Auditório I (Piso 2)

Terça feira (dia 10)

14:00 - 15:00

Moderador: Luis Gouveia

Independentes em Grafos de Co-comparabilidade

Paulo Bárcia

Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Economia

Um independente ("node packing") num grafo $G = (V, E)$ é um subconjunto $I \subset V$ tal que nenhum par de nós de I está ligado por uma aresta. Seja C uma matriz de cliques de G , i.e., uma matriz com $n = |V|$ colunas cujas linhas são os vectores de incidência das cliques maximais. O politopo fraccionário dos independentes ("fractional node packing polytope") define-se por $P = \{y \in \mathbb{R}^n : Cy \leq 1, y \geq 0\}$.

Existem classes de grafos para os quais o número de cliques maximais é polinomial em n . Os grafos de intervalos (os grafos de intersecção de um conjunto finito de intervalos na linha real) têm $O(n)$ cliques maximais.

Um grafo simples (sem arcos múltiplos nem lacetes) é um grafo de comparabilidade se tem uma orientação transitiva, i.e., uma orientação das arestas tal que (i, j) e (j, k) implica (i, k) . Orientações transitivas de grafos de comparabilidade (ordens) podem ser obtidas em tempo polinomial. Um grafo de co-comparabilidade é o complemento de um grafo de comparabilidade. Os grafos de intervalos são grafos de co-comparabilidade. No entanto existem grafos de co-comparabilidade com um número exponencial de cliques maximais.

Para os grafos de co-comparabilidade obteremos uma reformulação das desigualdades de clique com $O(n^2)$ restrições e variáveis. Finalizamos com uma aplicação ao problema da afectação em k-pistas ("k-track assignment problem").

Palavras-Chave: Independentes, cliques, formulações compactas, grafos de comparabilidade, ordens, politopos, afectação, sequenciamento de tarefas. MSC2000: 05C69, 90C35

Sessão: TC1 - Localização II**Sala: Auditório III (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: Ana Camanho

Resolução de Modelos de Localização com Software de Optimização Moderno: as Formulações Forte e Fraca Revisitadas

João Teixeira	jtex@dec.uc.pt
António Antunes	antunes@dec.uc.pt
Joaquim Júdice	joaquim.judice@co.it.pt
Pedro Martins	pedrocm@mail.telepac.pt

É um facto bem conhecido que a escolha de uma boa formulação de um modelo de optimização inteira mista pode reduzir drasticamente a sua resolução através de um algoritmo branch-and-bound baseado em relaxações lineares. Os optimizadores como o CPLEX ou o XPRESS-MP registaram avanços significativos nos últimos anos e implementam poderosos algoritmos de branch-and-cut, combinando branch-and-bound e geração de planos de corte. Nesta apresentação, são descritas experiências para testar a eficiência dos optimizadores modernos na resolução de modelos clássicos de localização com diferentes formulações. São apresentados resultados para os modelos sem capacidades, com capacidades e com atribuição unívoca (single sourcing), usando as formulações ditas fraca e forte, com a adição de restrições redundantes para facilitar a geração de planos de corte. As experiências permitem concluir que a formulação forte é ainda preferível para modelos sem capacidades mas a formulação fraca torna a resolução de modelos com capacidades muito mais eficiente, graças à eficácia dos planos de corte.

Palavras-Chave: Programação inteira; software de optimização; localização discreta; formulações

Um Modelo Discretizado para um Problema de Localização com Custos Modulares

Isabel Correia isc@fct.unl.pt
Luís Gouveia legouveia@fc.ul.pt
Francisco Saldanha da Gama fsgama@fc.ul.pt

Nesta comunicação apresentam-se dois modelos para um problema de localização com capacidades com custos modulares. Um dos modelos apresentados é mais clássico enquanto que o modelo discretizado utiliza variáveis de afectação binárias indicando a quantidade que cada serviço envia para cada cliente. Propõem-se desigualdades válidas para ambos os modelos. Os resultados computacionais obtidos mostram que as desigualdades válidas não só permitem a obtenção de melhores limites inferiores como também se revelam extremamente úteis na determinação da solução óptima através de um software comercial.

Palavras-Chave: Localização com Capacidades, Discretização, Formulações estendidas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Determinação da Localização e Tamanho de Agências Bancárias na Presença de Economias de Escala

Marta Monteiro martam@mct.uminho.pt
Dalila Fontes fontes@fep.up.pt

No problema considerado faz-se a reestruturação de redes de agências bancárias. Para tal, podem-se manter ou fechar agências existentes, ou abrir novas agências em local a determinar. Cada agência pode ter um de três tamanhos, estando cada tamanho relacionado com a quantidade e qualidade de serviço que a agência pode prestar. Neste problema também incluímos a problemática associada aos recursos humanos, uma vez que com consequência da referida reestruturação há que adaptar o seu número. Estas decisões são tomadas de modo a satisfazer as necessidades dos clientes, a um custo total mínimo. Apesar de não ser um problema muito abordado na literatura, é um problema que surge às instituições bancárias pelas mais variadas razões, tais como: fusão; expansão da rede bancária para, por exemplo, atingir um novo segmento de mercado; ou reestruturação de uma rede bancária antiga. O problema a abordar neste trabalho é de natureza não-linear, devido à presença de economias de escala, pelo que é formulado como um modelo de programação linear de variáveis inteiras e binárias. O modelo obtido pode ser solucionado por software disponível para o efeito, como seja o CPLEX. No entanto, dado que a dimensão do modelo cresce rapidamente com a dimensão do problema, o tempo computacional torna-se proibitivo. Assim, neste trabalho propomos também uma heurística, de pesquisa local, para encontrar uma solução para o referido problema. A heurística, numa primeira fase, resolve um problema de PL, obtido pela simplificação do modelo de programação linear inteira, obtendo-se assim uma solução admissível inicial. Esta solução é subsequentemente melhorada através da aplicação iterativa de operações de swap (troca) e drop (fecho) de agências bancárias. Os resultados computacionais obtidos permitem mostrar a eficiência da heurística proposta.

Palavras-Chave: Redes de agências bancárias, localização de infra-estruturas, optimização côncava, heurísticas.

Um Algoritmo Memético para Problemas de Localização Bicritério com Restrições de Capacidade e um Único Servidor

Maria João Cortinhal

mssc@iscte.pt

Maria Eugénia Captivo

mecaptivo@fc.ul.pt

O problema de localização com restrições de capacidade e um único servidor pretende determinar o melhor subconjunto de locais potenciais para instalação de serviços bem como a afectação (total) de clientes a esses serviços. Na situação em estudo pretende-se minimizar os custos totais, ou seja, os custos fixos de instalação de serviços e custos de afectação de clientes, e maximizar a acessibilidade total. Trata-se de um caso com grande utilidade no desenho de algumas redes de serviços públicos, por exemplo, serviços de saúde, serviços de educação ou serviços judiciais. Apresenta-se um procedimento interactivo para optimização de problemas bi-objectivo de localização com restrições de capacidade e um único servidor. Este procedimento permite que o decisor, após ser confrontado com um conjunto de soluções potencialmente eficientes, interfira no processo de optimização quer impondo limites aos valores das funções objectivos e/ou ponderadores, quer definindo pontos de referência. No processo de optimização é utilizado um algoritmo memético que, para além de conter um operador de crossover especializado, utiliza uma estratégia para inserção de novos elementos na população. Esta estratégia permite manter, entre os elementos que compõem cada população, um certo nível de diversidade.

Palavras-Chave: problemas de localização bicritério, metaheurísticas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: TC2 - Redes Neurais**Sala: UNICRE (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: Patrícia Xufre Casqueiro

Redes de Unidades Localizadas

Gonçalo Xufre Silva

goncalo@dem.isel.ipl.pt

António J.L. Rodrigues

ajrodrigues@fc.ul.pt

Embora os Perceptrões Multicamada (PMC) sejam os modelos neuronais de aprendizagem automática supervisionada mais conhecidos e utilizados, as Redes de Funções de Base Radial (RFBR) apresentam vantagens em termos da eficiência dos processos de treino associados. Em especial, permitem reduzir ou mesmo contornar a dificuldade associada à optimização não linear de parâmetros em espaços de grande dimensão. Neste trabalho mostramos como, através de um pré-processamento dos dados, os PMC podem ser transformados em redes de unidades localizadas, a que damos o nome de Redes de Produtos Internos (RPI). Resulta assim uma relação de semelhança dos PMC com as RFBR que não tem sido devidamente explorada pela comunidade científica. Os três tipos de modelos referidos são comparados através da sua aplicação a um problema de classificação e outro de regressão, baseados em conjuntos de dados reais. As vantagens de maior eficiência apresentadas pelas redes de unidades localizadas são mais evidentes nos problemas de aprendizagem em tempo real. Apresentamos uma proposta de um novo algoritmo de treino, inspirado em métodos de computação evolutiva e baptizado de Algoritmo de Renovação de Unidades, que permite que as RFBR se adaptem a situações variantes no tempo. O algoritmo é testado e comparado com métodos mais tradicionais em diversos problemas artificiais de aprendizagem em tempo real.

Palavras-Chave: aprendizagem automática, redes neuronais, classificação de dados, regressão

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Classificação de Solos Usando o Método Resiliente de Retro Propagação de Erro (NEURO-CPT)

Luiz Biondi Neto

luizbiondi@terra.com.br

Ana Cristina Castro F. Sieira

anacristinacastro@hotmail.com

Bernadete Ragoni Danziger

brdanzig@uerj.br

José Guilherme Santos da Silva

jgss@webmail.uerj.br

O presente trabalho é uma aplicação da inteligência computacional na área de Geotecnia, especificamente no que se refere à classificação dos solos. Os dados usados no treinamento da Rede Neural Artificial (RNA) foram obtidos de situações reais, com a classificação validada através de resultados de Ensaios de Penetração do Cone (CPT). Não foram usados nesta investigação, dados referentes à poropressão (pressão intersticial da água), empregados na correção do valor da resistência da ponta do cone no ensaio de cone com medição de poropressão (CPTu). Desta forma, as variáveis de entrada obtidas a partir dos ensaios de cone, q_c , (resistência de ponta do cone) e R_f

(razão de atrito), foram usadas para mapear 12 tipos diferentes de solos, abrangendo desde solos finos e sensíveis a areias pedregulhosas. O banco de dados utilizado para o teste também foi devidamente validado pelo ensaio CPT. Os resultados obtidos pela RNA, treinada pelo método resiliente de retro propagação de erro, apresentaram uma percentagem de acerto de classificação do solo, próximo de 98%.

Palavras-Chave: Classificação de solo; Ensaio de penetração do cone; Método Resiliente.

Combinação de Decisões vs Combinação de Previsões

Paulo S.A. Freitas paulo@uma.pt
António J.L. Rodrigues ajrodrigues@fc.ul.pt

Neste trabalho são discutidas duas abordagens no contexto da tomada de decisões ótimas baseadas em previsões, e usando a mistura ou combinação otimizada de dois ou mais modelos. Por um lado, existe a possibilidade de inferir um valor prescritivo a partir de uma estimativa resultante de uma combinação de modelos preditivos e, por outro, existe a possibilidade de combinar valores prescritivos obtidos a partir de modelos preditivos diferentes. Sublinhe-se que, enquanto um modelo preditivo pode ser estimado convenientemente com base no critério dos mínimos quadrados, um modelo prescritivo depende, em geral, de funções de custo ou de utilidade mais realistas, não diferenciáveis. A forma de combinação aqui proposta é uma extensão da combinação linear óptima clássica, com o objectivo de englobar termos não lineares, baseados nas correlações entre os erros desses modelos. Além disso, consideramos modelos de previsão de tipo neuronal, nomeadamente redes de funções de base radiais gaussianas, que podem ser identificadas e estimadas eficientemente através de métodos recursivos ou adaptativos. Experiências computacionais comprovam as vantagens, em termos de eficácia e de eficiência, de considerar a combinação de modelos subótimos apropriados em relação à identificação e aplicação exclusiva do “melhor” modelo. Por outro lado, mostra-se que nenhuma das duas abordagens acima referidas é universalmente preferível, sendo portanto recomendável a aplicação de ambas, escolhendo-se a que minimize o custo esperado associado à decisão.

Palavras-Chave: previsão, análise de decisão, redes neuronais, modelos estocásticos

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Modelos de Previsão da Procura e Decisão Optimal

José L.N. Carmo jlcarmo@ualg.pt
António J.L. Rodrigues ajrodrigues@fc.ul.pt

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. Neste trabalho, centra-se a atenção no estudo de problemas de previsão e de decisão optimal, em processos de procura irregular. Cada decisão deverá ser baseada numa previsão pontual, numa caracterização da incerteza associada a essa previsão - através da estimação de uma função densidade de probabilidade -, e numa função de custo. A

previsão de densidades é um objectivo importante, devido à possível não estacionaridade dos erros de previsão, e ao facto de as funções de custo relevantes, baseadas nesses erros, serem habitualmente assimétricas. Propõe-se a aplicação de modelos baseados em funções kernel gaussianas, quer para a construção de previsões pontuais (valores esperados) das quantidades e das datas de ocorrência, quer para a previsão de densidades que quantifiquem o risco associado a essas previsões. Em particular, são apresentadas abordagens adaptativas para processos bivariados correlacionados, através da utilização de modelos apropriados. A metodologia proposta é ilustrada e avaliada comparativamente com séries reais, em problemas de reaprovisionamento de stocks e de planeamento da produção.

Palavras-Chave: previsão, análise de decisão, análise de risco, redes neuronais, modelos estocásticos

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: TC3 - Multicritério II**Sala: Auditório I (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: João Carlos Soares de Mello

Metodologias Multicritério Difusas: Casos de Aplicação

Isabel Lopes Nunes

imn@fct.unl.pt

Mário Simões-Marques

mjsmarques@netcabo.pt

A análise de riscos e a gestão de prioridades de intervenção recorrem à avaliação de dados que caracterizam a situação que está a ser analisada. Geralmente estes dados traduzem a severidade das consequências da ocorrência de certas anomalias, conjugadas, por exemplo, com a frequência com que tais anomalias se podem registar. Desejavelmente a análise de riscos é efectuada periodicamente, de modo a detectar, em antecipação, a existência de condições para a ocorrência de acidentes/incidentes, e permitir a alteração dessas condições. A maioria das abordagens tradicionais de análise de riscos lida com a incerteza inerente aos sistemas analisados recorrendo a qualificações (subjectivas) que são efectuadas pelos especialistas sobre a gravidade das consequências e sobre a frequência (muitas vezes designadas como probabilidade) com que ocorrem as situações indesejadas. Na realidade, as avaliações baseiam-se, em geral, em dados possibilísticos que são produzidos pelos analistas com base na sua experiência, uma vez que em muitos casos não existem quaisquer dados estatísticos sobre tais situações. A Teoria dos Conjuntos Difusos (Fuzzy Sets Theory) e a Lógica Difusa (Fuzzy Logic), que lhe está associada, oferecem um enquadramento matemático que permite lidar, de uma forma sistemática e coerente, com o tipo de incerteza inerente a este tipo de análises. Na presente comunicação serão discutidos modelos de análise de riscos baseados em metodologias multicritério difusas e apresentados diversos contextos de aplicação desses modelos na análise ergonómica de postos de trabalho, na análise de risco para acidentes de trabalho e na gestão de prioridades de intervenção em situações de emergência.

Palavras-Chave: análise de riscos; gestão de prioridades; Teoria dos Conjuntos Difusos; metodologias multicritério difusas

Abordagem Multicritério para Avaliação Optimista do Bem Estar Social Rural

Eliane Gonçalves Gomes

eliane.gomes@embrapa.br

João Carlos Soares de Mello

jcsmello@yahoo.com.br

João Alfredo de Carvalho Mangabeira

manga@cnpm.embrapa.br

Nesta comunicação propõe-se a construção de um índice ponderado multicritério relacionado ao bem estar social rural. Foram considerados alguns aspectos relacionados às condições de habitação, saúde, trabalho e infra- estrutura. Os critérios usados são oriundos do questionário de campo aplicado a um grupo de produtores rurais do município de Machadinho dOeste (estado de Rondônia, Brasil). Este município surgiu de um antigo projecto de assentamento rural instalado em 1984. Foram considerados no estudo somente os produtores amostrados nas investigações de campo e que se

mantiveram na região ao longo desse tempo. Foram considerados quatro períodos (1989, 1996, 1999, 2002) para avaliar, com base no índice proposto, a evolução do bem estar social desses produtores. A escolha dos critérios baseou-se na percepção do agente de decisão (um investigador que estuda o perfil dos agricultores e da agricultura da região desde a década de 80) por sua experiência de actuação em vários diagnósticos participativos entre os produtores e os técnicos locais. Na determinação dos pesos para a construção do índice ponderado levou-se em conta que os agricultores da região têm, via de regra, uma atitude optimista. Considerou-se ainda que os juízos de valor emitidos pelo decisor podiam conter pequenos desvios em relação à real percepção dos agricultores. Assim, para obter os coeficientes de ponderação dos critérios foi usada uma abordagem baseada no MACBETH, o qual indica intervalos de variação para os pesos e sugere, dentro desse intervalo, o valor a ser usado para cada peso. Dada a premissa de optimismo dos agricultores e a dificuldade do especialista em fazer uma análise fina, ao invés de usar os pesos sugeridos pelo método, estes foram calculados segundo um modelo de optimização que consiste, para cada produtor, na maximização do índice de bem estar social rural, de modo que sejam respeitados os limites para os pesos (inferior e superior) sugeridos pelo MACBETH e a ordem de atractividade dos mesmos. Esta abordagem é semelhante ao cálculo de eficiência por modelos DEA com restrições aos pesos, no sentido em que permite que cada produtor escolha o conjunto de pesos que maximizem o seu desempenho, mas difere da anterior por não ser feita de forma comparada ou relativa e por não estar ligada ao conceito de fronteiras de eficiência. Os resultados sugerem uma evolução positiva do índice proposto, indício de que as práticas agrícolas da região são propulsoras de bem estar social rural.

Palavras-Chave: Multicritério; Avaliação optimista; Bem estar social rural

Agradecimentos: ao CNPq pelo apoio financeiro, por meio do Edital CNPq 19/2004 Universal, processo n.º 472838/2004-0; à Embrapa Monitoramento por Satélite, pelos dados.

Os Métodos ELECTRE com Interação entre Critérios: uma Extensão do Índice de Concordância

José Rui Figueira figueira@ist.utl.pt
Salvatore Greco salgreco@unict.it
Bernard Roy roy@lamsade.dauphine.fr

Este artigo é dedicado a uma extensão do índice de concordância dos métodos de ELECTRE. Tal extensão leva em conta a interação entre critérios. Foram considerados três tipos de interação: auto-fortalecimento, auto-enfraquecimento e antagonismo. Em situações de decisão reais é razoável considerar a interação entre um número pequeno de pares de critérios. Por forma a que o índice de concordância possa ter conta correctamente estes três tipos de interações, foram impostas várias condições: de fronteira, de monotonia e de continuidade. Demonstramos que o índice generalizado de concordância tem em conta, de um modo satisfatório, os três tipos de interação (ou dependências entre critérios), em primeiro lugar, em presença de quasi-critérios, e depois, em presença de pseudo-critérios.

Palavras-Chave: Análise multicritério; Métodos de prevalência; Interação entre critérios

Sessão: TC4 - Escalonamento**Sala: 306 (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: Maria da Graça Costa

Um Problema de Escalonamento de Pessoal Vigilante

Liliana Guerra lilianaguerra@portugalmail.pt
Margarida Moz mmoz@iseg.utl.pt

O trabalho efectuado pelas empresas de vigilância privada é, na sua maioria, executado por turnos e o problema de escalonamento de vigilantes surge quando se pretende afectar tempos de serviço e folga aos funcionários que são destacados para fazer a segurança das instalações de clientes. As escalas de serviço dos vigilantes têm de cumprir simultaneamente todas as restrições impostas pelo Código do Trabalho e Contrato Colectivo de Trabalho, bem como regras internas das empresas. Este é um problema complexo e de resolução morosa para o qual se pretende desenvolver uma ferramenta que permita automatizar procedimentos. Nesta comunicação descreve-se o problema, apresenta-se um modelo de Programação Linear Binária e a experiência computacional realizada com dados de um caso real. Os resultados alcançados confirmam que a formalização proposta e o software desenvolvido para usar o optimizador de programação linear inteira do CPLEX e para converter as soluções obtidas em mapas de escalas legíveis pelo utilizador, não só reduz o tempo gasto na elaboração das escalas como também garante o cumprimento da legislação em vigor e das normas internas das empresas.

Palavras-Chave: Escalonamento de Pessoal; Programação Linear Binária

Uma Meta-heurística Tabu para o Escalonamento de Instalações Multitarefa de Processamento Descontínuo

Veronica Becken vbecken@ist.utl.pt
Ana Paula Barbosa-Póvoa apovoa@ist.utl.pt
Henrique Matos henrimatos@ist.utl.pt

Este trabalho aborda o problema de escalonamento de sistemas multi-tarefa de processamento descontínuo, característico das indústrias de processo (multi-purpose scheduling problem). Estes sistemas são utilizados quando existe um baixo grau de semelhança entre as receitas dos diferentes produtos a fabricar, o que economicamente requer a exploração de recursos multi-tarefa com uma forte flexibilidade de operação. A presença de tais recursos resulta na existência de competição das operações a processar pelo conjunto de recursos disponíveis tornando a decisão do escalonamento complexa pois existe a resolução simultânea dos processos de afectação e sequenciação das tarefas. Diferentes representações genéricas têm sido utilizadas nos problemas de escalonamento de sistemas descontínuos na área da indústria de processos. As duas representações mais utilizadas são o STN (State Task Network) e o RTN (Resource Task Network), sendo esta última a adoptada no presente trabalho pois permite o desenvolvimento de formulações matemáticas mais simples e abrangentes do que a primeira. O modelo de escalonamento adoptado é caracterizado por uma formulação inteira

mista onde as variáveis binárias descrevem decisões a tomar e as contínuas caracterizam a produção. A resolução do modelo de escalonamento para casos complexos e de grande dimensão tem-se revelado difícil através da utilização de métodos exactos (i.e., Branch and Bound) uma vez que o problema é do tipo NP-Hard. De forma a ultrapassar este problema, neste trabalho desenvolve-se um algoritmo alternativo de resolução baseado na meta-heurística Tabu Search. A Tabu Search tem sido utilizada com sucesso no escalonamento na indústria de produção discreta, conseguindo obter em alguns casos soluções óptimas ou sub-óptimas. No presente trabalho a estrutura de memória flexível, baseada em atributos, característica da Tabu, bem como a diversificação do conjunto de soluções que participam no processo de busca são exploradas tendo em conta as características do problema em estudo. Os indicadores de nível de eficiência de resolução e as soluções obtidas através do algoritmo Tabu serão comparados com a resolução obtida através de um algoritmo exacto para alguns casos genéricos da Indústrias de Processos.

Palavras-Chave: Escalonamento, Meta-heurística, Tabu-Search, Instalações Multi-tarefa, Processamento Descontínuo

Um Método de Decomposição Hierárquica para o Projecto e Escalonamento de Instalações Multitarefa com Processamento Descontínuo

Tânia Rute Pinto

tania.pinto@ineti.pt

Ana Paula Barbosa-Póvoa

apovoa@ist.utl.pt

Augusto Q Novais

augusto.novais@ineti.pt

O dimensionamento de uma instalação fabril multitarefa envolve a selecção do número, tipo e capacidade de equipamentos necessários, por forma a satisfazer as necessidades de produção para a qual essa instalação está a ser projectada. Dado os recursos a utilizar serem caracterizados por uma flexibilidade intrínseca de utilização, isto é, o mesmo recurso poder ser utilizado para processar diferentes tarefas, é necessário aquando do projecto de tais instalações, considerar em simultâneo a sua operação ou, mais rigorosamente, o seu escalonamento. O projecto e escalonamento simultâneos dá origem a problemas muito complexos, quer a nível de formulação, quer a nível de resolução, que exigem ferramentas adequadas para a sua implementação e resolução. Com o objectivo de garantir a solução óptima, a maioria das formulações matemáticas de dimensionamento publicadas necessitam de considerar à partida um elevado número de equipamentos disponíveis, a fim de serem consideradas todas as opções possíveis, evitando-se assim restringir a priori a obtenção do óptimo. Este facto e a complexidade inerente aos processos produtivos, originam complexos problemas matemáticos do tipo inteiro misto (Mixed Integer Linear Programming, MILP), que requerem um grande esforço computacional na sua resolução. Por esta razão, o projecto de instalações multitarefa de processamento descontinuas, determina uma actividade permanente de investigação visando o desenvolvimento de novas e mais eficientes ferramentas computacionais, que proporcionem, em tempo útil, soluções óptimas dos modelos desenvolvidos. Nos últimos vinte anos têm surgido na literatura diferentes abordagens para a modelação e resolução dos problemas de instalações multitarefa, onde o detalhe do tratamento matemático tem vindo a aumentar, permitindo assim a aproximação dos modelos à realidade industrial, mas onde a dificuldade de resolução é ainda patente. O presente trabalho tenta ultrapassar alguns destes problemas de resolução e propõe um método de decomposição hierárquica para os problemas de projecto e escalonamento de instalações multitarefa

de processamento descontínuo. Este método é baseado no trabalho desenvolvido por Barbosa-Póvoa and Pantelides, 1999 (Comp. Chem. Engng, 23, S7-S10), que é generalizado a fim de contemplar as características associadas ao projecto detalhado das instalações, onde se considera não apenas o projecto do equipamento, mas também a topologia associada (ligações entre equipamentos) e sua operação. A metodologia proposta considera dois níveis de decisão assentes em dois modelos: um modelo de ordem superior (master), onde é efectuada a selecção e o projecto dos recursos a instalar e um modelo de ordem inferior (sub problem), em que se determina o projecto óptimo de toda a instalação e o respectivo escalonamento. O modelo de ordem superior utiliza a metodologia RTN (Resource-Task Network) para o desenvolvimento do modelo de projecto de instalações multitarefa e sobre ele aplica-se um conjunto de técnicas de agregação no tempo sobre as variáveis contínuas de operação. Esta agregação baseia-se na metodologia proposta por Wilkinson, 1996 (PhD Thesis University of London.) e mais tarde generalizada por Barbosa-Póvoa and Pantelides 1999 (Comp. Chem. Engng, 23, S7-S10) ao problema do projecto. O modelo de ordem inferior utiliza também a metodologia de representação RTN para caracterizar o projecto detalhado da instalação, onde aspectos de topologia, dimensionamento e operação são considerados em simultâneo. Os resultados do modelo master são usados como input para o sub problem, fixando-lhe a estrutura da instalação a projectar, e procedendo-se neste último ao dimensionamento das capacidades dos vários equipamentos escolhidos, bem como a operação dos recursos envolvidos - o escalonamento óptimo. Neste trabalho, apresenta-se uma análise comparativa de desempenho entre o algoritmo agora proposto e a resolução do modelo detalhado segundo Barbosa-Póvoa and Pantelides em 1997 (Comp. Chem. Engng, 21, S703-S708), onde o projecto de instalações multitarefa era resolvido num só nível. Diferentes exemplos ilustrativos são resolvidos e analisados.

Palavras-Chave: projecto, escalonamento, decomposição hierárquica, agregação, optimização, RTN

Meta-heurísticas e Escalonamento em Tempo Contínuo! Porque Não?

Nelson Chibeles Martins	npm@fct.unl.pt
Ana Paula Barbosa-Póvoa	apovoa@ist.utl.pt
Augusto Q Novais	augusto.novais@ineti.pt

Os problemas de escalonamento envolvem, usualmente, sequências de processos ou operações elementares que deverão ser realizados em vários equipamentos de forma a obter-se um ou vários produtos. A determinação da afectação dos vários processos elementares aos equipamentos, e a ordem pela qual eles deverão ser executados, é um problema de Optimização Combinatória com elevado nível de intractabilidade, estando muitas das suas variantes classificadas como NP-díficeis. Deste modo, a abordagem de problemas de escalonamento com recurso a técnicas heurísticas surgiu como uma alternativa a explorar, e é possível encontrar-se na literatura inúmeros trabalhos onde a utilização de meta-heurísticas como Simulated Annealing, Pesquisa Tabu, Algoritmos Genéticos e outros algoritmos de Pesquisa Local, constitui matéria de investigação. Na grande maioria dos trabalhos publicados assume-se que a dimensão tempo é discreta ou que pode ser discretizada, isto é, o horizonte temporal encontra-se dividido em unidades de tempo uniformes. Porém, esta abordagem é pouco eficaz e não se coaduna com a actual realidade industrial, em que as unidades de produção precisam de responder rapidamente às exigências da procura, sendo necessário a utilização de modelos mais eficazes e flexíveis, que explorem o conceito da dimensão tempo de forma contínua. No

entanto, a utilização de algoritmos de pesquisa local no contexto de tempo contínuo é muito mais complexa do que no contexto de tempo discreto. Esta comunicação pretende identificar as razões porque se encontram tão poucos trabalhos publicados sobre a implementação de Meta-Heurísticas em problemas de escalonamento em tempo contínuo e propõe com essa finalidade uma heurística baseada na representação RTN.

Palavras-Chave: Escalonamento; RTN; Heurística

Sessão: TC5 - Produção II**Sala: CGD (Piso 4)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: Lígia Amado

O Problema de Balanceamento de Linhas de Produção

Ana Raquel Xambre raquelx@egi.ua.pt
Ana Sofia Simaria simaria@egi.ua.pt
Pedro Manuel Vilarinho pvil@egi.ua.pt

O aumento da procura por produtos personalizados tem levado ao aparecimento de novas formas de organização dos sistemas produtivos, capazes de obter níveis elevados de flexibilidade, mas mantendo os ciclos de produção curtos, os custos de transporte e as existências em curso de fabrico reduzidos e o controle de produção facilitado. Esta necessidade obrigou muitas organizações a adoptarem linhas de montagem de modelo misto surgindo também, os sistemas de produção celular, como uma alternativa apelativa. Num sistema de produção celular, equipamentos funcionalmente diferentes são agrupados em células que se dedicam à produção de um conjunto de componentes. Espera-se deste modo obter a eficiência de um sistema tipo flow shop ao mesmo tempo que se processa um conjunto alargado de componentes. Deste modo, em muitos dos sistemas de produção celular, podemos encarar cada célula como uma linha de produção, linha essa que apresenta um comportamento assíncrono e onde os componentes não seguem obrigatoriamente o mesmo fluxo unidireccional. Temos assim uma linha de produção em que a maior parte dos postos de trabalho são máquinas e em que não existe um tempo de ciclo fixo para os diferentes recursos. O problema de balanceamento deste tipo de linha de produção, em que a maioria das estações de trabalho são máquinas, apesar da sua relevância em determinados tipos de sistemas produtivos, não tem recebido, por parte dos investigadores, uma atenção particular. Neste trabalho pretende-se apresentar o enquadramento deste problema, um algoritmo, baseado no procedimento de Recristalização Simulada, para a sua resolução e ainda alguns resultados sobre o desempenho do mesmo. O algoritmo abordará os seguintes aspectos: Balanceamento da linha de produção; Afectação das operações aos recursos (trabalhadores e equipamentos) e equilíbrio das cargas de trabalho; Dimensionamento dos buffers de materiais.

Palavras-Chave: Células de fabrico, metaheurísticas, linha de produção

Cleópatra - um Sistema de Apoio à Decisão para o Planeamento Conjunto da Produção e Distribuição do Negócio Cloro- Álcalis da CUF-QI

Eduardo Teiga eduardo.teiga@cuf-qi.pt
Teresa Marques tmarques@fe.up.pt
Maria Antónia Carravilla mac@fe.up.pt
José Fernando Oliveira jfo@fe.up.pt

O projecto Cleópatra resultou de uma parceria entre CUF-QI e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto com objectivo de implementar um sistema para apoiar quantitativamente as tomadas de decisão na fase do planeamento conjunto da produção e da distribuição para o negócio

Cloro-álcalis da CUF-QI. O projecto surgiu da necessidade de reestruturar e otimizar o planeamento do negócio cloro-álcalis que, para além das imprescindíveis sensibilidade e experiência das pessoas responsáveis pelo processo de planeamento, fundamentasse quantitativamente as suas tomadas de decisão para o planeamento. Para isso foi desenvolvido um sistema informático de apoio à decisão com base em modelos de programação linear que reflectem as interações entre as duas unidades de fabrico (CUF-QI e Elnosa). Integrando os conceitos de produção e de distribuição, este sistema fornece soluções de produção e de expedição de produtos que maximizam os proveitos globais de operação de todo o negócio. Este sistema funciona como integrador de duas fábricas (uma em Portugal e outra em Espanha), indicando o que produzir, quando e quanto em cada uma das fábricas e de onde expedir os produtos para cada cliente, para um determinado período temporal. Estas duas fábricas, apesar de produzirem produtos comuns, apresentam custos e condições de operação diferentes, dados os diferentes horários energéticos, as diferentes tecnologias utilizadas. Sendo a localização geográfica das duas fábricas diferente, o sistema sugere o local de expedição das encomendas para cada cliente de acordo com os custos de distribuição de cada fábrica ao cliente e tomando em consideração os custos de produção e a disponibilidade de produtos em cada uma das fábricas. Toda esta multiplicidade de variáveis de decisão tornam o problema não trivial para a tomada de decisão, sendo o recurso a um sistema de apoio à decisão adequado uma mais valia considerável. O desenvolvimento do projecto foi dividido em quatro grandes fases: a implementação de um modelo de optimização da produção para a CUF-QI, a implementação de um modelo de produção equivalente para a Elnosa, a integração dos dois modelos de produção num único modelo de produção para o Cloro-álcalis e a implementação de um modelo integrado de produção e de distribuição. Esta segmentação do desenvolvimento tornou possível validar opções e enfrentar dificuldades de uma forma faseada e controlada, diminuindo a complexidade do problema, por divisão deste em problemas mais pequenos e simples. Por outro lado, esta metodologia permitiu, desde uma fase inicial do projecto, avaliar as soluções propostas pelo modelo e retirar conclusões relevantes que foram passadas aos diversos intervenientes ao longo do desenvolvimento do sistema. Nesta comunicação será apresentado o sistema desenvolvido, sendo dada ênfase aos benefícios obtidos com a implementação deste sistema informático na empresa.

Palavras-Chave: Planeamento da produção e distribuição, programação linear, Sistema de apoio à decisão

Estratégias de Diferenciação Retardada em Sistemas Produtivos

Michele Zanella de Sá a23699@alunos.egi.ua.pt
Ana Sofia Simaria simaria@egi.ua.pt
Pedro Manuel Vilarinho pvil@egi.ua.pt

Nos mercados actuais, o desafio que as empresas enfrentam é o de lidar com uma elevada incerteza da procura, em resultado da gama alargada de produtos oferecidos, mantendo baixos custos operacionais e tempos de resposta curtos e fiáveis. O conceito de diferenciação retardada (postponement) é utilizado por um número crescente de empresas para responder a este desafio. A sua aplicação a sistemas de produção consiste em atrasar a definição final do produto até que a encomenda do cliente seja firme, produzindo-se para armazém componentes semi-acabados que podem originar uma gama alargada de produtos acabados, produzidos por encomenda. A separação entre as operações realizadas para armazém em antecipação das encomendas dos clientes e as operações realizadas em resposta a encomendas firmes de clientes designa-se por ponto de

desacoplagem das encomendas (customer order decoupling point). Nesta comunicação apresentam-se e descrevem-se os diferentes tipos de diferenciação retardada, referindo as principais vantagens e desvantagens de cada um deles, bem como os critérios que definem a sua implementação, de acordo com as características dos sistemas produtivos. Apresenta-se também uma proposta de um procedimento para a determinação do ponto de desacoplagem das encomendas.

Palavras-Chave: customização, 'postponement', diferenciação retardada

Programação Linear na Indústria de Refinação. Utilização de Preços Sombra na Ventilação de Resultados a Unidades Produtivas

Manuel Ramalhete manuel.ramalhete@galpenenergia.com

A programação das actividades de refinação de petróleos envolve uma multiplicidade de escolhas tipo de petróleo bruto e de outras matérias primas, intensidade de utilização das diversas unidades fabris, tipos de produtos produzir, operações de mistura, etc, - que dificilmente podem ser feitas de forma racional sem o recurso a modelos matemáticos de optimização. Hoje em dia, a programação matemática, em geral, e a programação linear, em particular, faz parte dos instrumentos indispensáveis utilizados no apoio à tomada de decisões nesta indústria. Muitas empresas petrolíferas operam com várias unidades produtivas (refinarias) que transferem entre si matérias primas, produtos finais e produtos intermédios, designados na industria por componentes. Quando existe um mercado concorrencial para todos os produtos, o apuramento dos resultados por unidade torna-se relativamente transparente e, conseqüente, a avaliação do respectivo desempenho é feito com clareza e objectividade. Quando não existe mercado para alguns produtos, nomeadamente produtos intermédios (componentes), sem preços de mercado representativos, podem surgir dificuldades na fixação dos preços de transferência e, conseqüentemente na ventilação dos resultados por unidade produtiva, tanto mais que por se tratar de unidade de produção conjunta, o cálculo objectivo de custos de produção torna-se impossível. Neste casos, os preços sombra, conhecidos da teoria da dualidade, obtidos com a resolução do modelo utilizado, são uma alternativa para este efeito, e são valores objectivamente determinados, embora nem sempre aceites pacificamente na prática. Por outro lado, eles asseguram que a optimização individual é compatível com a optimização conjunta de todo o sistema, isto é, para cada unidade, o plano óptimo obtido individualmente coincide com o mesmo obtido globalmente desde que os preços de transferência sejam os preços sombra respectivos do programa dual. Nesta apresentação, propositadamente simples na dimensão, por razões pedagógicas, mas contendo no essencial as características dos sistemas reais de maior dimensão, analisaremos a optimização individual de duas refinarias e seguidamente a respectiva optimização conjunta e verificaremos e ilustraremos os aspectos referidos. Através de exemplos numéricos simples ilustraremos como os preços sombra, enquanto preços de transferência, asseguram a distribuição do resultado conjunto pelas duas refinarias e, deste modo, possibilitam uma medida de performance que permite estabelecer padrões de avaliação de desempenho dos respectivos gestores. Esta análise pode ser generalizada às unidades existente dentro de cada refinaria.

Palavras-Chave: Refinação de petróleos, modelos de optimização, programação linear, preços de transferência, programa dual, ventilação de resultados, optimização individual e conjunta

Sessão: TC6 - Economia e Finanças II**Sala: Edifer (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****15:10 - 16:30**

Moderador: Amílcar Serrão

Aplicação da Teoria das Opções Reais para Avaliar uma Carteira de Projectos I&D com uma Restrição Orçamental

Anabela Costa anabela.costa@iscte.ptJosé Pinto Paixão pinto.paixao@sa.fc.ul.pt

A Teoria das Opções Reais pode ser aplicada na avaliação de projectos I&D, uma vez que, esta aproximação captura o valor da flexibilidade nos projectos I&D. Nomeadamente, a possibilidade de acções futuras, tais como, reforçar o investimento ou abandonar o projecto, as quais constituem uma alternativa à tradicional acção passiva associada a um projecto. Como o risco associado a um projecto I&D é, normalmente, determinado por características intrínsecas ao projecto e não é correlacionado com os activos transaccionados nos mercados financeiros, a aplicação das técnicas de avaliação baseadas no princípio da replicação pode não ser adequada para avaliar um investimento I&D. Neste trabalho, considera-se o modelo de avaliação, em Programação Dinâmica, de um projecto I&D proposto na literatura e apresentam-se generalizações do mesmo, com o objectivo de avaliar, em paralelo, vários projectos I&D sujeitos a uma restrição orçamental.

Palavras-Chave: Opções Reais; Avaliação de Projectos; Projectos I&D; Programação Dinâmica Estocástica e Programação Linear Inteira

Crescimento Endógeno Sustentável em Contexto Preferências Intertemporalmente Dependentes

José Belbute ibelbute@uevora.pt

A psicologia tem mostrado nos anos mais recentes a importância dos hábitos no comportamento humano e, em particular dos hábitos de consumo. Por outro lado, as diferentes escolhas de pensamento sobre a sustentabilidade, têm vindo a enfatizar a necessidade de alterações de comportamento dos consumidores, favorecendo atitudes mais amigáveis do ambiente. O presente trabalho procura responder a duas questões que são, tanto quanto é do nosso conhecimento, novas para a literatura do crescimento económico sustentável: em primeiro lugar, qual a influência dos hábitos de consumo (assim como da sua força/inércia) sobre o nível de qualidade ambiental durante o processo de crescimento económico e, em segundo lugar, sobre a taxa de crescimento de tendência da economia. Usando um modelo de Controle Ótimo (Programação Dinâmica) com três variáveis de estado e duas de controle, o nosso trabalho mostra que a presença de uma estrutura de preferências intertemporalmente dependentes, as soluções de equilíbrio de longo prazo (steady-state) podem ser múltiplas e nem todas estáveis (local e globalmente). Em segundo lugar, prova-se que a presença de hábitos relativamente aos bens de consumo tradicionais, reduz o nível de capital natural associado ao estado estacionário de longo prazo, assim como a taxa de crescimento endógena da economia.

Finalmente, a presença de hábitos reduz a eficácia de qualquer política destinada a melhorar a qualidade ambiental. Em particular, quanto mais forte for o efeito de inércia, menor tenderá a ser o nível de qualidade ambiental uma vez que o fluxo de poluição tenderá a não diminuir tanto quanto ocorreria na ausência dos hábitos. Consequentemente, o aumento da eficácia das políticas de melhoria na qualidade ambiental está dependente de políticas de educação ambiental.

Palavras-Chave: Crescimento Endógeno, Sustentabilidade, Preservação e Educação Ambiental, Hábitos de Consumo. Códigos JEL: C61, D11, D90, Q21.

Optimização do Abastecimento Conjunto de Caixas Automáticas Multibanco

Francisco Silva fsilva@notes.uac.pt
Jacinto Raposo jraposo@notes.uac.pt

Este trabalho tem como propósito desenvolver uma análise empírica que dê um contributo à optimização do abastecimento conjunto de Caixas Automáticas. São testadas as hipóteses de que existe um modelo de gestão económica de stocks de reabastecimento conjunto replicável num sistema de armazenamento de numerário em Caixas Multibanco; que é possível identificar os seus parâmetros e que existe uma solução óptima que corresponde à optimização do abastecimento conjunto das Caixas Automáticas. Na literatura relacionada com Gestão de Stocks identificam-se modelos de reabastecimento conjunto de stocks que envolvem o cálculo de um período de tempo base, correspondente ao de ciclo de reabastecimento conjunto, e a identificação das frequências de reposição de cada Caixa Automática, que correspondem aos mais baixos custos totais relevantes por período de tempo. É feita uma aplicação empírica na área urbana de Ponta Delgada, onde o abastecimento das caixas automáticas é actualmente gerido de forma isolada a partir de cada banco gestor. Parte-se do pressuposto que será economicamente mais favorável reabastecê-los a partir de uma organização conjunta.

Palavras-Chave: Gestão de stocks; Abastecimento Conjunto; Caixas Multibanco

Teoria de Jogos e Estratégias Quânticas

Amílcar Serrão aserrao@uevora.pt

Este trabalho utiliza uma nova representação matemática da Teoria de Jogos intitulada Teoria de Jogos Quânticos, que é uma extensão da Teoria de Jogos no domínio quântico. A Teoria de Jogos Quânticos apresenta novos modelos para os jogos clássicos. Este trabalho mostra que o desfasamento entre o óptimo de Pareto e o equilíbrio de Nash existente no jogo clássico do Dilema do Prisioneiro é eliminado, quando os jogadores utilizam estratégias quânticas. Os resultados das estratégias quânticas para dois jogadores e para jogos de soma não-nula são apresentados neste trabalho. Estes resultados revelam ainda que o óptimo de Pareto é um equilíbrio de Nash num jogo quântico, o que termina com problema levantado no jogo clássico do Dilema do Prisioneiro.

Palavras-Chave: Teoria de Jogos, Teoria de Jogos Quânticos, Estratégias Quânticas, Equilíbrio de Nash, Óptimo de Pareto, Dilema do Prisioneiro.

Sessão: TD1 - Modelos Estocásticos II**Sala: Auditório III (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****17:00 - 18:20**

Moderador: Alberto Pinto

Análise Comparativa de Modelos de Detecção em Cenários de Interdição Marítima

Rui Deus	goncalves.deus@marinha.pt
Amália Oliveira	amalia.luisa.oliveira@marinha.pt
António Monteiro	silva.monteiro@marinha.pt
João Martins	maia.martins@marinha.pt

Na busca e detecção de alvos no mar, com sistemas de detecção passivos (visuais) ou activos (radar), é natural que sensor e alvo se encontrem em movimento. A detecção é possível quando o movimento relativo entre sensor e alvo os aproxima o suficiente para que a detecção ocorra. O estudo de modelos de detecção assume um papel importante em missões de Busca e Salvamento, assim como no planeamento de missões de Interdição Marítima. Grande parte da teoria sobre detecção no âmbito da Busca e Salvamento deriva de técnicas desenvolvidas para a guerra anti-submarina na Segunda Guerra mundial. Até à década de 90 foram apresentados diversos modelos teóricos para medir o esforço de busca em termos de probabilidade de detecção. Contudo, foi a partir da década de 90, que se iniciaram estudos para construir modelos de probabilidade de detecção em função da distância entre sensor e alvo, a partir de dados reais (recolhidos no mar). Um dos últimos trabalhos (1998) consistiu num projecto em três fases, em que participaram a Canadian Coast Guard (CCG) e a United States Coast Guard (USCG), no qual foram realizados diversos ensaios de mar, com o objectivo de recolher dados para estabelecer modelos para a probabilidade de detecção de várias combinações plataforma/sensor/alvo. Especificamente, a probabilidade de detecção instantânea para um sensor é determinada com recurso a modelos de regressão logística. Estes modelos foram primeiramente utilizados em 1981, estabelecendo-se como o método standard para este fim. Com o propósito de criar curvas de probabilidade de detecção para os navios da Marinha Portuguesa, foi elaborado uma folha para registo de avistamentos, para proceder à recolha de informação sobre distâncias de avistamento. Essa informação será utilizada, tanto na criação de modelos para a probabilidade de detecção, como na actualização de tabelas de avistamento, específicas para as unidades navais portuguesas. Neste trabalho é confrontado o processo de recolha de informação, em curso na Marinha Portuguesa e os procedimentos standard, salientando os pressupostos assumidos, custos e resultados, no que refere à comparação de diferentes modelos para obter curvas da probabilidade de detecção, com base nos dados coligidos pela Marinha.

Palavras-Chave: Distância de Varrimento, Curva de Distância Lateral, Probabilidade de Detecção, Regressão Logística

Solução de Problemas de Programação Linear Estocástica de Duas Fases

Artur Barreiros

barreiros@ist.utl.pt

João Barradas Cardoso

barradas@ist.utl.pt

Este trabalho investiga a solução numérica de problemas de programação linear estocástica de duas fases. O seu principal objectivo é avaliar uma nova aproximação para resolver este tipo de problemas. Os problemas de programação linear estocástica podem aparentemente ser identificados com os problemas clássicos de programação linear, considerando apenas alguns dos parâmetros como variáveis aleatórias. Contudo, do ponto de vista da tomada de decisão, o problema determinístico subjacente perde geralmente o seu significado. De facto, a consideração das propriedades probabilísticas dos parâmetros envolve quase sempre uma nova formulação do problema. Neste caso, se a decisão óptima não estiver condicionada á realização de acontecimentos futuros obtém-se um problema estático de programação estocástica. Porém, em muitas circunstâncias o decisor tem de tomar decisões antes da observação de acontecimentos incertos que influenciam o sistema que pretende controlar. Neste caso, o decisor tem, frequentemente, a possibilidade de tomar decisões correctivas depois da realização dos acontecimentos incertos. Nestas circunstâncias, as decisões óptimas só podem ser obtidas formulando um problema de programação dinâmico. O problema de programação linear estocástica de duas fases é um problema típico desta classe. Essencialmente, estes problemas são formulados para otimizar decisões que são tomadas em duas etapas. As decisões da primeira etapa são tomadas antes da realização dos acontecimentos incertos, enquanto que as decisões da segunda etapa são tomadas depois da sua realização. O critério de decisão usualmente adoptado nestes problemas baseia-se na minimização de uma função de custos que inclui os custos associados às decisões da primeira fase e o valor esperado dos custos associados a todas as decisões possíveis da segunda fase. A formulação mais comum dos problemas de programação linear estocástica de duas fases considera dois problemas interligados, um relacionado com as decisões da primeira fase e o outro com as decisões da segunda fase. Nesta formulação, a função objectivo do problema da primeira fase é de natureza estocástica e não é, geralmente, conhecida explicitamente, o que constitui um obstáculo á utilização de técnicas baseadas nos gradientes da função. As técnicas usualmente utilizadas para resolver estes problemas baseia-se na substituição da função objectivo por uma aproximação obtida a partir da consideração de um conjunto de cenários representativos. No entanto, a solução utilizada neste estudo, baseia-se na utilização do problema subjacente determinístico para gerar aproximações sucessivas das variáveis da primeira fase, evitando a utilização de uma aproximação da função objectivo. O método de solução adoptado neste estudo é avaliado utilizando um exemplo típico de gestão da produção disponível na literatura científica da especialidade.

Palavras-Chave: Simulação Computacional, Optimização Estocástica, Programação Linear

Sistema Integrado de Gestão de Filas de Espera em Estações de Correios

Pedro Maia Graça pedro.omg@netcabo.pt
Luís Valadares Tavares lavt@civil.ist.utl.pt
Nuno Moreira nmoreira@mail.ist.utl.pt

Num contexto em que a qualidade de serviço e a satisfação de clientes se afirmam, de forma crescente, como factores chave no sucesso das organizações, a gestão de filas de espera apresenta-se como um desafio para os gestores pela natureza transdisciplinar do problema, em particular quando se trata da aplicação de modelos teóricos a situações reais. O autor desenvolve um sistema integrado de apoio à gestão de filas de espera em estações de correio, com aplicação extensível a outros ambientes da área dos serviços, recorrendo a métodos de análise estatística, simulação digital e programação linear inteira. O sistema baseia-se em vectores de intervenção, inter-relacionados, que compreendem a exploração dos sistemas de informação e análise de dados, a gestão de capacidade e optimização de escalas de pessoal, a gestão da procura e da percepção do tempo de espera do cliente e a monitorização e a formação. A metodologia é aplicada a um conjunto de casos reais.

Palavras-Chave: gestão de filas de espera, simulação discreta, programação linear inteira, estações de correios

Sistemas de Inferência Difusa Aplicados a Problemas de Monitorização AeroEspaciais

Rita A. Ribeiro rar@uninova.pt

A aplicação de lógica difusa em problemas de monitorização e detecção de falhas pode ser vista em dois contextos diferentes: como ferramenta de tomada de decisão (substituindo o decisor) ou como ferramenta de apoio à decisão (apoando o processo de decisão). Neste artigo o contexto é o de apoio à decisão, seguindo o conceito de monitorização, definido por Isermann (Isermann 1997), como uma tarefa de verificação de desvios nos valores nominais das variáveis de input. A lógica difusa tem sido aplicada no sector Espaço em problemas de monitorização. No entanto, a maioria das aplicações (Isermann 1997) são de tomada de decisão automática (controle automático) e não de apoio aos decisores. Em particular, como referido por Donati (Donati 2000), existem muito poucas aplicações de sistemas de inferência difusos para problemas de monitorização que assistam os operadores nas tarefas de controle de missões Espaciais. Considerando que o tipo de aplicações referido é escasso, neste artigo começamos por descrever alguns projectos desenvolvidos no âmbito destas aplicações para a Agência Espacial Europeia (ESA). Depois discutimos com algum detalhe a integração do integral de Choquet nos sistemas de inferência difusa para monitorização e como esta integração pode melhorar os resultados obtidos.

Palavras-Chave: Sistemas de inferência difusos, lógica difusa, integral de Choquet

Sessão: TD2 - DEA III**Sala: UNICRE (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****17:00 - 18:20**

Moderador: Lino Costa

Modelação de Outputs Indesejáveis em Análise Envoltória de Dados DEA

José Manuel Carvalho Chaves

jose.manuel.chaves@sapo.pt

João Carlos Soares de Mello

jcsmello@yahoo.com.br

João Carlos Namorado Clímaco

jclimaco@inescc.pt

A Análise Envoltória de Dados, (Data Evelopment Analysis - DEA), é uma técnica não paramétrica para comparação de eficiências de unidades produtivas. Com a sua aplicação generalizada começaram a surgir situações em que a medição da eficiência obriga a considerar também produtos indesejáveis (por exemplo poluentes). Nesta comunicação são abordadas as técnicas que são mais utilizadas para modelar outputs indesejáveis em alvos radiais e não radiais: considerar o output indesejável como input, utilizar como output uma nova variável obtida por translação ou a inversão do valor do output indesejável, aplicando-as aos modelos CCR e a BCC sempre que tal seja possível, sendo ainda identificadas as principais vantagens na utilização de cada técnica e também as suas limitações apresentando-se num estudo de caso a comparação dos valores da eficiência obtidas quando se utiliza cada uma das técnicas.

Palavras-Chave: DEA modelação de outputs indesejáveis

Modelação e Avaliação da Cadeia de Distribuição de Pescado na Região do Algarve

Amílcar Arantes

amilcar.arantes@civil.ist.utl.pt

Tiago Farias

tiago.farias@ist.utl.pt

Sofia Taborda

sofia.taborda@ist.utl.pt

Com o objectivo de analisar e melhorar a distribuição de pescado na região do Algarve, foi desenvolvido um modelo da respectiva cadeia de distribuição. Este modelo visa a determinação, por um lado, dos custos das várias actividades logísticas (transporte, armazenamento e manutenção de inventário) e, por outro lado, dos impactes em termos ambientais (poluição e consumo energético) da distribuição do pescado. A metodologia proposta consiste na aplicação dos modelos de custeio e de avaliação dos impactes ambientais às várias (plausíveis) configurações da cadeia de distribuição do pescado e analisar os resultados em função dos custos logísticos, do impacte ambiental e do nível de serviço logístico.

Palavras-Chave: Custeio, Logística, Cadeia de Abastecimento

Modelos DEA na estimação da eficiência, produtividade e capacidade da frota da Ganchorra Algarvia

Manuela Oliveira moliveira@ipimar.pt
Miguel Gaspar mbgaspar@cripsul.ipimar.pt
José Pinto Paixão pinto.paixao@sa.fc.ul.pt

No presente estudo, recorreu-se a modelos DEA (data envelopment analysis) para apurar a eficiência técnica, capacidade e utilização desta, num segmento da frota artesanal portuguesa a frota dedicada à pesca de moluscos bivalves com recurso à arte de ganchorra na costa sul do país. Esta análise foi enriquecida com o estudo da produtividade, utilizando-se para tal, aos índices de Malmquist, durante um período de 10 anos. Foram ainda apuradas as capacidades parciais por espécie-alvo (*Donax trunculus*, *Chamelea gallina*, *Spisula solida* e *Ensis siliqua*) dado tratar-se de uma pescaria regida por quotas diárias de captura por espécie. Considerando o comprimento e a capacidade de motorização, esta frota foi ainda dividida em dois sub-sonjuntos: o segmento local (pequenos barcos até 9 metros e motorização abaixo dos 75 QUILOWATTS) e segmento costeiro (barcos com comprimento superior a 9 metros e motorização nunca inferior a 25 QUILOWATTS). Os objetivos deste estudo foram: 1) caracterizar o barco de pesca mais bem adaptado a esta pescaria, dentro de cada segmento e 2) avaliar o impacto da introdução de novas artes na faina, bem como a implementação de novas medidas de gestão, no normal desenvolvimento da actividade. Relativamente aos resultados apurados, ficou claro que para ambos os segmentos de frota, são os barcos mais pequenos, menos potentes e com menos tecnologia a bordo, aqueles que atingem melhores índices de eficiência. Concluiu-se também que a introdução de uma nova arte de ganchorra, durante o período em análise, contribuiu para uma melhoria na eficiência, capacidade e produtividade da frota. Os ajustes anuais às quotas diárias de captura por espécie, bem como a flutuação natural dos stocks de biomassa para exploração, justificam em grande medida, as oscilações encontradas na produtividade e capacidade das embarcações em estudo. Ainda em relação à capacidade, apurou-se que a maioria das embarcações, opera abaixo da sua capacidade máxima, encontrando-se assim em região de rendimentos decrescentes à escala, como habitualmente se verifica no sector pesqueiro.

Palavras-Chave: Eficiência Técnica; Capacidade; Produtividade; Análise Envolvente de Dados (DEA); Índices de Malmquist; Pescaria de Bivalves; Frota da Ganchorra

Abordagem Multiobjectivo para o Problema de Multiplicadores Nulos em DEA

João Carlos Soares de Mello

jcsmello@yahoo.com.br

João Carlos Namorado Clímaco

jclimaco@inescc.pt

Lidia Angulo Meza

lidia@metal.eeimvr.uff.br

A Análise Envolvória de Dados (DEA) avalia eficiência de unidades produtoras (DMUs) por meio de uma razão de somas ponderadas, em que os multiplicadores são calculados de forma benevolente à DMU. Esta benevolência se, por um lado, permite uma avaliação objectiva por outro, permite que grande número de variáveis seja desconsiderada por terem valores nulos para os seus multiplicadores. Nesta comunicação é proposta uma nova abordagem para este problema. Em vez de trabalhar com um problema mono-objectivo, constrói-se um problema tri-objectivo. A primeira função objectivo é a clássica de DEA: maximizar eficiência. As outras são maximizar o menor dos multiplicadores dos inputs e o menor multiplicador dos outputs. Com isso é possível encontrar soluções sem multiplicadores nulos. O modelo é estudado com o TRIMAP. São analisadas várias situações como: evitar multiplicadores nulos para os inputs, para os outputs, para ambos ou reduções equiproporcionais de valores óptimos. São demonstradas ainda algumas propriedades do modelo e sugerido como ele pode ser usado em outras análises que incorporem opiniões subjectivas de decisores.

Palavras-Chave: DEA, Multiobjectivo, TRIMAP, Pesos nulos

Sessão: TD3 - Avaliação de Desempenho**Sala: Auditório I (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****17:00 - 18:40**

Moderador Cláudia Sarrico

Comparação da Medição da Produtividade por Métodos não Paramétricos

Rui Cunha Marques rcmar@civil.ist.utl.ptDuarte Silva dnsilva@rave.pt

Define-se produtividade como o quociente entre os outputs que uma determinada organizat6ria produz e os inputs que consome. Os m6todos para determinar a produtividade classificam-se em param6tricos e n6o param6tricos e em fronteira e n6o fronteira (F6re et al., 1998). O presente trabalho compara a produtividade determinada por v6rios m6todos n6o param6tricos, designadamente, pelos n6meros 6ndices, pelo 6ndice de produtividade de Malmquist seguindo v6rias abordagens [(F6re et al., 1994), (Ray e Desli, 1997) e (Portela e Thanassoulis, 2006)] e pelo 6ndice de produtividade de Hicks-Moorsteen. Este estudo pretende analisar e discutir os v6rios 6ndices referidos, atrav6s da sua aplica76o na determina76o da varia76o da produtividade de 45 servi76os de 6gua e de 6guas residuais portuguesas no per6odo de 1994 a 2001.

Palavras-Chave: produtividade, m6todos n6o param6tricos, 6ndice de produtividade de Malmquist

An6lise do Valor Acrescentado de Escolas Portuguesas

Concei76o Portela csilva@porto.ucp.ptA.S. Camanho acamanho@fe.up.pt

Este artigo compara dois m6todos de c6culo do valor acrescentado numa amostra de escolas Portuguesas. Um dos m6todos 6 o Data Envelopment Analysis (DEA) e o outro 6 o m6todo actualmente usado pelo Department for Education and Skills (DfES) no Reino Unido. Os resultados obtidos mostram diferen76as substanciais entre os m6todos, o que reflecte 6nfases distintas: o DEA analisa os melhores desempenhos dos alunos, enquanto o m6todo do DfES analisa os desempenhos m6dios dos alunos. A maior vantagem do m6todo usado pelo DfES 6 a sua simplicidade, embora confunda os efeitos devidos aos alunos com os efeitos atribu6veis 6s pr6ticas da escola. No DEA, os efeitos devidos 6 escola e aos alunos s6o considerados separadamente, o que permite perceber melhor as raz6es das diferen76as entre escolas. A informa76o retirada de ambos os m6todos deve ser entendida como complementar, o que significa que o uso conjunto destes m6todos permite uma melhor avalia76o do desempenho das escolas.

Palavras-Chave: DEA, Escolas, Valor acrescentado

Reflexões sobre os Rankings do Secundário

Manuel Matos mmatos@inescporto.pt
Sérgio Nunes sergio.nunes@fe.up.pt
Carla Lopes ctl@estsp.ipp.pt

Nos últimos anos, tem-se assistido à publicação de rankings das escolas do ensino secundário português baseados nos resultados dos exames do 12º ano. A discussão em torno destas listas ordenadas tem-se centrado sobretudo na oportunidade de publicação ou nas variáveis sociais ausentes das classificações, mas há alguns aspectos mais técnicos que merecem reflexão, como o pressuposto discutível de que as notas das diferentes disciplinas valem o mesmo em termos de pontuação final, mesmo que uma disciplina tenha média nacional de 6 e outra de 13 valores. Por outro lado, algumas conclusões apressadamente apresentadas na imprensa nem sempre têm sustentação nos factos expressos pelas classificações, se se tomam em conta as quantidades de alunos envolvidos e não apenas as médias por escola. Finalmente, a análise pluri-anual permite reflexões adicionais sobre a estabilidade das conclusões e a robustez do próprio modelo de ordenação. Na comunicação discutem-se estes aspectos, apresenta-se uma proposta de correcção ao modelo habitualmente utilizado e tiram-se algumas conclusões com base nos dados disponíveis para o público.

Palavras-Chave: rankings, avaliação, ensino secundário

Modelo de Erosão de Alunos da Escola Naval, Cursos Tradicionais

Cecília Rodrigues cecilia.margarida.rodrigues@marinha.pt
João Martins maia.martins@marinha.pt

A formação de Oficiais dos Quadros Permanentes é efectuada na Escola Naval, através de cursos com a duração de 4 anos. A abertura de vagas a concurso está directamente relacionada com as necessidades funcionais e um desenvolvimento harmonioso das carreiras do pessoal. Os processos de erosão ocorridos ao longo da formação carecem de análise cuidada, para conhecimento da relação entre a alimentação dos quadros no ano n e a abertura de vagas no ano $n-4$. No entanto, a única variável efectivamente controlada pela Gestão do Pessoal é o número de vagas a abrir anualmente para ingresso nos cursos de formação. Este trabalho é dedicado à decomposição do processo de erosão, optimização de modelos e reconstrução do processo, a fim de se conseguir uma máquina de previsão de maior fiabilidade que as existentes.

Palavras-Chave: Modelos Auto-regressivos, Previsão, Séries Temporais

Desenvolvimento de um Modelo de Medição do Desempenho de Escolas Secundárias

Cláudia S. Sarrico c.s.sarrico@csjp.ua.pt

Maria João Pires da Rosa mjoao@egi.ua.pt

A comunicação centrar-se-á no desenvolvimento de um modelo de medição do desempenho de escolas secundárias, que possa ser usado como uma ferramenta de gestão para as escolas, e apoiar a tomada de decisão relativamente a políticas educacionais. Começa-se por discutir em que é que consiste um «bom» desempenho de uma escola, e por identificar indicadores de desempenho quantitativos e qualitativos para o medir. Essas medidas serão utilizadas num modelo de DEA no sentido de discernir em que medida as diferenças de desempenho entre escolas se devem a factores de input sócio-económico ou a factores de gestão.

Palavras-Chave: educação, medição do desempenho, DEA

Sessão: TD4 - Logística I**Sala: 306 (Piso 3)****Terça feira (dia 10)****17:00 - 18:20**

Moderador Maria João Cortinhal

Modelos para Apoiar a Eficiência Organizativa em Supermercados. Caso de Estudo

M^a Conceição Gaboleirosaogaboleiro@netcabo.pt

Ana Paula Barroso

apb@fct.unl.pt

Neste trabalho, apresentam-se modelos que permitem apoiar a tomada de decisão ao nível do retalho alimentar com o objectivo de preconizar a melhoria de produtividade e a eficiência organizativa do espaço de exposição da loja. O desenvolvimento dos modelos é realizado com base em dados reais de uma cadeia de supermercados com importância relevante no mercado português. A cadeia de supermercados, constituída por várias dezenas de lojas com diferente localização pelo nosso país, apresenta grande variabilidade nas vendas resultante de sazonalidade entre outros factores. Actualmente, as lojas comercializam cerca de 6.800 mil referências de produtos uma percentagem muito inferior às comercializadas nos últimos anos. Assiste-se cada vez mais à generalização da tendência para reduzir o número de referências e centralizar a escolha num leque mais pequeno de referências. A melhoria de produtividade e a eficiência organizativa das lojas deve passar pela redução dos custos logísticos, que pode ser conseguida através de uma adequada definição do espaço de exposição em função da política de aprovisionamento adoptada para cada referência de produto comercializado. Por isso, em primeiro lugar, é desenvolvido um modelo de previsão de vendas, aplicável a todas as lojas da cadeia logística variando de loja para loja apenas os seus parâmetros. Na previsão de vendas de um produto para um determinado dia, o modelo toma em consideração o dia da semana, o dia do mês e a época do ano e proximidade de feriados, entre outros. Por último, é desenvolvido um modelo que define o espaço de exposição de cada referência de produto e a sua frequência de reposição, em função da previsão de vendas de cada referência de produto, da área total de exposição da loja e da política de aprovisionamento adoptada.

Palavras-Chave: Logística, Retalho, Modelação de vendas

Configuração da Cadeia de Abastecimento Hospitalar Usando Pesquisa Tabu

Nazaré Rego

nazare@eeg.uminho.pt

Jorge Pinho de Sousa

jsousa@inescporto.pt

O sistema de abastecimentos de um hospital constitui uma rede complexa, englobando intrincadas cadeias de abastecimento, tanto internas como externas. Numa rede desta natureza, levantam-se múltiplas questões, que ultrapassam a simples gestão dos fluxos de materiais, e que envolvem novas formas de colaboração entre os seus membros: os fabricantes de artigos clínicos e cirúrgicos, os laboratórios farmacêuticos, os distribuidores, os serviços públicos e os vários estabelecimentos de

saúde, incluindo outros hospitais. Alguns das problemas que têm sido apontadas como justificando o insucesso, pelo menos parcial, da implementação de processos de integração, vertical ou horizontal, na cadeia de abastecimento do sector hospitalar, relacionam-se com dificuldades ao nível da comunicação, da liderança e da conciliação de interesses contraditórios, ou com dúvidas acerca de uma distribuição equitativa dos custos e benefícios desses processos. Por outro lado, o impacto financeiro da correcção ou reversão de um processo de cooperação mal sucedido, pode suplantar significativamente os custos desse processo. Na prática, verifica-se que um melhor conhecimento da cadeia de abastecimento intra e inter organizacional e das consequências das acções sobre a mesma, pode contribuir significativamente para pensar e discutir alternativas de desenvolvimento da cooperação, num processo que deverá anteceder a implementação de alterações organizacionais que podem ser importantes. Com este trabalho, pretendemos contribuir para o debate sobre as vantagens e desvantagens das várias formas de cooperação, e para a identificação das variáveis mais importantes na configuração da cadeia de abastecimento do sector hospitalar, promovendo assim a discussão e a negociação, em processos de aprofundamento da cooperação/colaboração. Por outro lado, é caracterizado em pormenor o problema da determinação da melhor configuração para a cadeia de abastecimento de um conjunto de hospitais, assumindo-se que existe cooperação ao nível do planeamento estratégico, sendo realçada a complexidade deste problema e a diversidade de questões envolvidas nos processos de tomada de decisão associados. É ainda apresentado, para este problema, um modelo simplificado, baseado em redes, modelo para o qual foram criadas instâncias teste, com base na revisão bibliográfica efectuada e nas informações obtidas através de um conjunto de entrevistas realizadas no âmbito de um estudo qualitativo exploratório. O modelo, de carácter combinatório, é resolvido através de uma meta-heurística do tipo Pesquisa Tabu. Os primeiros resultados computacionais, embora de carácter preliminar, são promissores, esperando-se que a integração desta ferramenta algorítmica num sistema mais abrangente de apoio à decisão, venha a permitir um maior nível de articulação das entidades da rede de abastecimentos e uma gestão mais eficiente dos seus recursos.

Palavras-Chave: Logística hospitalar, configuração da cadeia de abastecimento, pesquisa tabu

Planeamento e Escalonamento Óptimos em Cadeias de Abastecimento: Um Caso na indústria Farmacêutica

Ana Cristina Santos Amaro Cristinaamaro@sapo.pt

Ana Paula Barbosa-Póvoa apovoa@ist.utl.pt

Neste trabalho apresenta-se uma proposta de optimização operacional da cadeia de abastecimento envolvendo dois níveis de decisão:(i) o planeamento e (ii) o escalonamento. A formulação de planeamento proposta tem por base um modelo de representação genérico que assume uma macro grelha temporal, correspondente a uma discretização agregada do horizonte de planeamento e onde se considera a integração de elementos de natureza operacional da cadeia, nomeadamente: (i) o regime de operação (p.ex: operação 24 sob 24 h, 7 dias por semana; ou 8 h por dia, 5 dias por semana) e (ii) o tipo actividades envolvidas (p.ex: tarefas ininterruptas, descontínuas, etc). Estes elementos definem um conjunto de condições de planeamento, ditas necessárias, e que determinam não só, as características de discretização do domínio de tempo, como e também, as condições de admissibilidade a priori para as entidades do modelo de representação. O modelo de representação caracteriza, de forma agregada, os elementos intervenientes na operação da cadeia, como sejam: os

eventos ou ocorrências (p.ex: operações de transformação, transporte, armazenagem, etc), os recursos associados (p.ex: equipamentos de produção, de transporte, de armazenagem, etc), bem assim como, os materiais e respectivos requisitos de mercado. Considera ainda intrinsecamente, a topologia da cadeia onde se estabelece a relação entre cada componente operacional e o seu mapeamento geográfico na cadeia. Por outro lado, a formulação de escalonamento desenvolvida, possibilita a optimização operacional detalhada da cadeia de abastecimento, suportando as decisões de curto prazo, a juzante do planeamento. A ligação entre os dois níveis de decisão é conduzida sequencialmente através de pontos comuns às duas grelhas de tempo (fronteiras dos intervalos de discretização agregada). A passagem do modelo de planeamento para o de escalonamento realiza-se, de forma modular, através da partição, de cada intervalo de discretização, num conjunto de sub-intervalos de tempo, definidos entre as fronteiras da unidade de discretização agregada. A solução óptima de planeamento, para cada intervalo de tempo, é integrada, na forma de restrições operacionais, no modelo de escalonamento. Elementos de decisão estratégica relacionados com a satisfação do cliente são integrados explicitamente nos modelos de planeamento e escalonamento propostos através da diferenciação de factores de produção nas entidades da cadeia e de customização dos produtos, ao longo de toda a cadeia. Aspectos de logística inversa são também considerados modelando-se operações de reciclagem de produtos pós-consumo bem como a recuperação, em toda a cadeia, de produtos não conformes (operação em ciclo fechado). Ambos os modelos desenvolvidos resultam em formulações matemáticas do tipo inteiro misto (Mixed Integer Linear Programming, MILP) cuja função objectivo é de natureza económica como seja o lucro da cadeia de abastecimento. A aplicabilidade dos modelos desenvolvidos é testada na resolução de um caso industrial real de uma cadeia de abastecimento na indústria farmacêutica onde diferentes cenários de operação são estudados.

Palavras-Chave: Planeamento, escalonamento, cadeias de abastecimento, optimização, logística inversa, indústria Farmacêutica.

Incertezas numa Cadeia de Abastecimento com Recuperação de Embalagens

Ana Paula Barroso apb@fct.unl.pt
Virgínia Helena Machado yhm@fct.unl.pt

A recuperação de embalagens é uma preocupação actual que envolve os países, as empresas e a população em geral, como está patente em Directivas Comunitárias e/ou legislação dos países, na implementação de processos de reengenharia das cadeias de abastecimento, e na participação em campanhas de promoção da deposição correcta dos resíduos e dos produtos em fim de vida, respectivamente. A implementação de processos conducentes à recuperação de embalagens nas cadeias de abastecimento tradicionais tem provocado alterações significativas, não só na sua estrutura física, mas também no tipo de incertezas que lhe estão associadas. As alterações na estrutura física da cadeia de abastecimento devem-se, não só, à introdução de novas operações, como por exemplo, a recolha dos produtos usados/em fim de vida, sua recuperação e redistribuição no mercado, como também, à modificação da sua tipologia, nomeadamente, com a introdução de novas entidades na cadeia de abastecimento e ao desenvolvimento de novos conceitos, como por exemplo, de cadeia de abastecimento de ciclo fechado e de ciclo aberto. Assim, a integração da recuperação de recursos nas cadeias de abastecimento tradicionais, a maioria das vezes imposta por legislação, torna-as mais

complexas devido ao aumento tanto do número de entidades que nela tomam parte, como do número de níveis que a constituem e do tipo de incertezas que lhes está associadas. Consequentemente, a gestão eficaz e eficiente da cadeia de abastecimento é cada vez mais um desafio, significativamente condicionada pelas inúmeras incertezas verificadas em cada nível da cadeia e cuja influência, de um modo geral, se propaga de um modo ampliado a toda a cadeia de abastecimento. A identificação das incertezas, das suas causas e dos potenciais efeitos delas decorrentes, pode não só reduzir as incertezas, através do controlo das suas causas, mas também, apoiar o gestor na tomada de decisões, pró-activas e/ou reactivas, aos níveis estratégico, tático e/ou operacional e, consequentemente, contribuir para uma gestão mais eficaz e eficiente da cadeia de abastecimento. Neste trabalho pretende-se, tendo por base a reutilização de embalagens de bebidas alimentares: i) Identificar e classificar as fontes de incerteza numa cadeia de abastecimento de ciclo fechado; ii) Analisar a interacção entre as fontes de incerteza, de modo a definir meios de redução da interacção e, consequentemente, diminuir a complexidade dos processos de tomada de decisão e de gestão; e iii) Analisar os efeitos decorrentes da incerteza ao nível da gestão da cadeia de abastecimento.

Palavras-Chave: Logística Inversa, Recuperação de Embalagens, Gestão da Cadeia de Abastecimento, Incerteza

Sessão: TD5 - Sequenciamento I**Sala: Edifer (Piso 2)****Terça feira (dia 10)****17:00 - 18:20**

Moderador Rui Alves

Sobre uma Formulação com Reforço de Desigualdades para o Problema das Famílias de Partes com Restrições de Precedência

Lídia Lampreia Lourenço

lll@fct.unl.pt

Margarida Vaz Pato

mpato@iseg.utl.pt

Esta comunicação será dedicada ao problema das famílias de partes com restrições de precedência (PFP) que pode ter aplicação em unidades industriais funcionando com sistemas de produção flexível desenhados no contexto da tecnologia de grupo. O PFP exige a determinação do agrupamento de N partes em K ou menos famílias disjuntas, sujeito a restrições de capacidade no número de partes e no tempo de processamento, bem como a restrições que impõem relações de precedência na formação das famílias. Será apresentada uma formulação linear binária mista de tipo estendido para o PFP a qual permite a dedução de desigualdades válidas que dominam as relativas a uma formulação natural deste problema de optimização combinatoria de elevada complexidade computacional. Uma experiência computacional foi realizada num conjunto de instâncias teste de PFP com algoritmos do pacote CPLEX aplicados à referida formulação reforçada com as desigualdades válidas e, nos casos em que a solução óptima não foi encontrada num limite de tempo previamente definido, aplicados à respectiva relaxação linear para cálculo de um minorante. Os resultados apontam para a possibilidade do minorante assim obtido poder vir a ser usado num branch-and-bound a desenvolver especificamente para o PFP.

Palavras-Chave: sistemas de produção flexível; problema das famílias de partes; restrições de precedência; programação linear binária mista; desigualdades válidas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Aplicação de Algoritmos de Partição e Geração de Colunas ao Agendamento de Máquinas Paralelas

António Duarte

aduarte@ipb.pt

José Valério de Carvalho

vc@dps.uminho.pt

Apresenta-se um algoritmo para resolver de forma exacta um problema de programação de máquinas paralelas idênticas, com tarefas maleáveis sujeitas a datas de disponibilidade e datas de conclusão arbitrárias. O objectivo é minimizar uma função do trabalho atrasado e dos custos de preparação. Para este problema é proposta uma formulação de programação inteira sobre a qual será aplicada a decomposição de Dantzig-Wolfe, com vista a resolver o problema através da geração de colunas. No modelo decomposto, cada coluna representa a agenda de uma das máquinas e a função do

subproblema é gerar agendas atractivas para incluir na solução de agendamento. Para efectuar a partição apresenta-se um modelo de fluxo de custo mínimo equivalente e a partição é feita sobre as variáveis correspondentes a fluxos nos arcos desta formulação. Existe uma relação matemática entre as variáveis do modelo de fluxo de custo mínimo e as variáveis do modelo original. Referem-se ainda dois casos particulares do problema: o problema com tarefas ordenáveis e o problema com janelas de agendamento comuns. Por fim, são referidos alguns resultados computacionais.

Palavras-Chave: geração de colunas, multiprocessamento

Resolução de Problemas de Programação de Máquinas Paralelas através de um Algoritmo Híbrido

Manuel Lopes	mpl@isep.ipp.pt
José Oliveira	zan@dps.uminho.pt
José Valério de Carvalho	vc@dps.uminho.pt

O problema de programação de máquinas paralelas envolve a determinação da melhor afectação e sequenciamento de n trabalhos a m máquinas de forma a minimizar uma função de custo. Neste trabalho, apresentamos um algoritmo híbrido, que combina o método de geração de colunas com métodos heurísticos, para a solução de problemas de máquinas paralelas não-idênticas com tempos de preparação dependentes da sequência e datas de disponibilidade para as máquinas e para os trabalhos, de forma a minimizar a soma ponderada dos desvios positivos (atrasos) às datas de entrega dos trabalhos. É apresentada uma primeira formulação matemática em que a função de custo é não-linear. Pela aplicação do método de decomposição de Dantzig-Wolfe obtemos uma formulação de programação inteira equivalente em que cada variável de decisão (coluna) representa uma sequência de afectação numa máquina. A relaxação linear desta formulação é resolvida pelo método de geração de colunas, onde as colunas são geradas em m subproblemas, em que cada um deles representa um problema de programação de máquina única. Colunas válidas são adicionadas à solução inicial admissível pela resolução de um problema de caminho mais curto com datas de disponibilidade das máquinas e dos trabalhos, usando programação dinâmica. A solução da relaxação linear obtida fornece geralmente um bom limite inferior que é usado num procedimento heurístico para resolver o problema de programação inteira. Nesta metodologia a solução será obtida com base na solução fraccionária através de um algoritmo construtivo do tipo inserção e de um procedimento de pesquisa local. Esta metodologia pretende acelerar a obtenção de soluções de boa qualidade num processo que será guiado pela existência do limite inferior para o valor do óptimo. São apresentados resultados de testes computacionais para uma gama de problemas com diferentes características e diferentes níveis de congestionamento do sistema, que mostram que esta aproximação é capaz de resolver problemas de dimensão significativa em tempo computacional considerado razoável.

Palavras-Chave: Programação de Máquinas Paralelas; Geração de colunas; Algoritmo Híbrido

Heurísticas para um Problema de Sequenciamento com uma Máquina e Custos Quadráticos de Posse e de Atraso

Jorge Valente jvalente@fep.up.pt
Rui Alves ralves@fep.up.pt

Neste artigo é analisado um problema de sequenciamento com apenas uma máquina, e com custos quadráticos de posse e de atraso. É assumido que não é permitida a introdução de tempo morto entre os trabalhos. São propostas diversas regras de despacho, bem como alguns procedimentos de melhoria. Os valores dos parâmetros utilizados por algumas das heurísticas foram determinados por via de testes preliminares. As heurísticas e procedimentos de melhoria são então testados utilizando um conjunto de problemas gerados aleatoriamente, e o seu desempenho é analisado.

Palavras-Chave: sequenciamento, custos quadráticos, custos de posse e de atraso, regras de despacho

Quarta feira

Sessão: QA1 - Programação Inteira I**Sala: Auditório III (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador Mónica Oliveira

Optimização de Redes Hospitalares: Aplicação ao Caso Português

Ana Mestre anamestre@mail.ist.utl.pt
Mónica Oliveira monica.oliveira@tagus.ist.utl.pt
Ana Paula Barbosa-Póvoa apovoa@ist.utl.pt

Estudos recentes qualificam a distribuição dos serviços de saúde no território Português como desequilibrada ocasionando situações de desigualdade e iniquidade geográfica no acesso a cuidados de saúde. Estes estudos revelam ainda que a oferta hospitalar desadequa-se às necessidades actuais e futuras de cuidados de saúde, pelo que, importa racionalizar a actual rede hospitalar. O actual governo é sensível a esta questão e pretende introduzir alterações ao nível do funcionamento e planeamento do sector hospitalar, nomeadamente através da redefinição das redes de referênciação. Neste trabalho este problema é estudado e desenvolve-se um modelo hierárquico multiproducto através do qual se pretende inferir sobre a localização e o dimensionamento de hospitais com o objectivo de minimizar o tempo necessário para acesso dos utentes a cuidados hospitalares. Como diferentes produtos consideram-se: o internamento, a consulta externa e a urgência. O modelo determina a rede hospitalar, produzindo informação sobre: redes de referênciação e áreas de influência dos hospitais; estrutura da prestação de cuidados de saúde por tipo de hospital; e níveis de acessibilidade geográfica das populações. O modelo é formulado como um problema de programação linear inteira mista com variáveis contínuas que modelam os fluxos e variáveis binárias que determinam a abertura ou não de um determinado hospital. Uma superestrutura inicial com as possíveis localizações é previamente definida tendo em conta as necessidades de cuidados de saúde das populações da zona a estudar. O modelo é implementado no sistema de modelação algébrica genérica GAMS e resolvido através do método de branch and bound recorrendo ao CPLEX. Um caso real que contempla as Regiões de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve é resolvido e analisado.

Palavras-Chave: modelos hierárquicos; programação matemática; optimização; sistema de saúde

Um Novo Modelo em Programação Inteira para Problemas de Gestão de Florestas com Restrições na Área das Clareiras

Isabel Martins isabelinha@isa.utl.pt
Miguel Constantino miguel.constantino@fc.ul.pt
José Borges joseborges@isa.utl.pt

Os interesses mais recentes pela qualidade do ambiente, por exemplo, protecção da vida selvagem, redução da erosão, aumento da qualidade da água e preservação da beleza natural, adicionaram condições espaciais à gestão das florestas para produção de madeira. Uma condição espacial bem conhecida requiere que as áreas das clareiras resultantes do corte raso das árvores não sejam

superiores a um dado valor. Existem duas abordagens de modelação principais para limitar as áreas das clareiras no escalonamento do corte raso. A abordagem clássica unit restriction model (URM) considera que a área de duas unidades de gestão adjacentes excede a área de clareira máxima, não sendo possível intervir nas duas unidades de gestão no mesmo período. Na segunda abordagem - area restriction model (ARM) as áreas das unidades de gestão podem ser bastante inferiores à área de clareira máxima e, assim, o corte raso de duas unidades de gestão adjacentes pode não constituir uma violação. O ARM melhora significativamente a qualidade das soluções de gestão, dada a sua grande flexibilidade. No entanto, é bastante mais difícil de resolver porque é mais combinatorio. Basicamente, dois modelos em programação inteira foram apresentados na literatura, um com um número exponencial de variáveis e o outro com um número exponencial de restrições. Neste trabalho, descreve-se um novo modelo em programação inteira com um número polinomial de variáveis e restrições. Apresentam-se testes computacionais com florestas reais e hipotéticas.

Palavras-Chave: Gestão de florestas, Restrições espaciais, Programação inteira

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Resolução de um Problema Estrutural com Variáveis Discretas Usando Optimização Global e Complementaridade

Isabel Ribeiro iribeiro@fe.up.pt
Joaquim Júdice joaquim.judice@co.it.pt
Maria Carmo Brás mb@fct.unl.pt

Nesta comunicação é discutido um problema de optimização estrutural com variáveis discretas, que é formulado como um Programa Matemático com Restrições de Complementaridade (PMRC), explorando o carácter disjuntivo das variáveis zero-um. Para a determinação de um mínimo global do PMRC, é estudada a eficiência e a eficácia de um algoritmo enumerativo paramétrico. Experiência computacional realizada com problemas estruturais reais indica que em geral o método fornece estruturas muito próximas da óptima com um esforço relativamente pequeno e determina eficientemente as estruturas óptimas de todos os exemplos considerados.

Palavras-Chave: Optimização Estrutural, Programação Linear Inteira, Optimização Global, Complementaridade.

Sessão: QA2 - DEA IV**Sala: 202 (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador Clara Vaz

Tratamento de Variáveis Não Controláveis em Data Envelopment Analysis (DEA): Revisão das Metodologias

A.S. Camanho acamanho@fe.up.ptC.B. Vaz clvaz@ipb.ptConceição Portela csilva@porto.ucp.pt

Os modelos de DEA mais comuns assumem geralmente que ou os inputs ou os outputs do modelo são controláveis, dependendo deste pressuposto a escolha da orientação do modelo (orientado aos inputs se estes são controláveis ou orientado aos outputs se estes são controláveis). Na maior parte das situações, contudo, existem factores não controláveis que são na sua maior parte características do contexto ambiental das unidades de produção e que afectam o seu desempenho. Existem vários métodos para tratar variáveis não controláveis. O objectivo deste artigo é rever as abordagens que têm sido mais utilizadas na literatura no tratamento deste tipo de variáveis, focando nas vantagens e inconvenientes de cada uma. São também propostas extensões às abordagens de tratamento de variáveis não controláveis com vista a ultrapassar as limitações detectadas na revisão da literatura. Os novos modelos apresentados neste artigo permitem uma selecção criteriosa das unidades de decisão que podem ser utilizadas como benchmarks pelas unidades em avaliação, tendo em conta as características da envolvente associadas a factores não controláveis. Estes novos modelos de DEA requerem a utilização de programação inteira mista. A aplicabilidade dos modelos propostos é ilustrada através da avaliação de lojas de retalho Portuguesas.

Palavras-Chave: Data Envelopment Analysis, Variáveis não controláveis

Índices de Eficiência Não Radiais em DEA: uma Pesquisa Bibliográfica e uma Comparação

Patrícia Oliveira de Souza patuff@click21.com.br
Lidia Angulo Meza lidia@metal.eeimvr.uff.br

Os modelos clássicos de DEA determinam a eficiência segundo redução dos inputs ou aumento dos outputs equiproporcionalmente. Trabalhos posteriores propõem índices de eficiência DEA baseados em projeções na fronteira eficiente que são obtidas através de projeções não proporcionais de inputs e outputs, principalmente para incluir as folgas nos índices de eficiência. Índices obtidos desta forma são chamados de não radiais. Neste trabalho é apresentada uma pesquisa bibliográfica dos índices de eficiência não radiais propostos na literatura até a atualidade, que tentam expressar a eficiência Pareto Koopmans das unidades avaliadas. Além disso, é feita uma comparação entre eles para estabelecer características e diferenças entre elas através da aplicação a um mesmo conjunto de dados.

Palavras-Chave: análise Envolvória de Dados, Índices de eficiência não radiais

Agradecimento ao CNPq, processo 306924/2004-8, pelo apoio financeiro.

Implementação Computacional de Métodos para Incrementar a Discriminação na Análise Envolvória de Dados

Lidia Angulo Meza lidia@metal.eeimvr.uff.br
João Carlos Soares de Mello jcsmello@yahoo.com.br
Eliane Gonçalves Gomes eliane.gomes@embrapa.br
Luiz Biondi Neto luizbiondi@terra.com.br

A Análise Envolvória de Dados (DEA) é uma ferramenta para avaliação de eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMUs). Isto é feito com problemas de programação linear, formulados de modo que cada DMU encontre sua eficiência da forma mais benevolente possível. Esta benevolência pode gerar falta de discriminação entre as unidades eficientes, isto significa que várias unidades podem ser avaliadas como sendo 100% eficientes. No trabalho de Angulo-Meza e Lins (2002) foram apresentados métodos para incrementar a discriminação em DEA. Uma desvantagem destes métodos é que aumentam também a complexidade computacional fazendo necessária uma ferramenta computacional que possua já implementados esses métodos. Assim apresenta-se uma pequena pesquisa bibliográfica de alguns destes métodos e a implementação computacional de alguns destes métodos no software SIAD que implementa modelos DEA e outros métodos de apoio à decisão. Finalmente a utilidade e necessidade da aplicação de métodos de incremento da discriminação assim como da implementação computacional são mostradas usando um estudo de caso.

Palavras-Chave: Análise Envolvória de Dados (DEA), Incremento da discriminação, Software.

Agradecimento ao CNPq, processo 480628/2004-1, pelo apoio financeiro.

Sessão: QA3 - Grafos e Redes III**Sala: Auditório I (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador Filipa Carvalho

Uma Abordagem Interactiva para Problemas de Transporte Bicritério

Inês Marques

ines.marques@fc.ul.pt

Maria Eugénia Captivo

mecaptivo@fc.ul.pt

João Carlos Namorado Clímaco

jclimaco@inescc.pt

Apresenta-se uma abordagem interactiva para Problemas de Transporte Bicritério onde são permitidas soluções não-inteiras. O agente de decisão orienta a pesquisa através da introdução de limite(s) superior(es) no valor de um ou ambos os critérios, juntando uma/duas restrições adicionais à estrutura original do problema. Desta forma, não é possível a utilização dos algoritmos habituais para problemas de transporte. Foram desenvolvidas e implementadas duas extensões do método simplex em redes: uma para suportar duas restrições adicionais, e uma outra para apenas uma restrição adicional. Ambas revelaram-se menos eficientes do que a utilização do programa Cplex, no entanto, resolvem problemas de maior dimensão.

Palavras-Chave: Problemas de Transporte, Programação Bicritério, Sistemas de Apoio à Decisão

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Um Algoritmo Genético para o Problema da Supressão Complementar em Tabelas Estatísticas Bidimensionais

Maria Teresa Almeida

talmeida@iseg.utl.pt

Gabriela Schutz

gschutz@ualg.pt

Filipa Duarte de Carvalho

filipadc@iseg.utl.pt

O Problema da Supressão Complementar (PSC) consiste na determinação, em tabelas com dados resultantes de inquéritos realizados para fins estatísticos, de um conjunto de valores cuja supressão garanta a protecção do direito dos inquiridos ao anonimato, minimizando a perda de informação resultante dessa supressão. O PSC pertence à classe dos problemas NP-difíceis. Nesta comunicação é proposto um novo algoritmo para o PSC, de tipo genético, que usa condições de protecção de tabelas bidimensionais, publicadas por diversos autores, para definir os operadores típicos deste tipo de algoritmos. Os resultados computacionais, obtidos em duas classes de tabelas que reproduzem tabelas reais de dados sociológicos e económicos, indicam que o algoritmo proposto gera conjuntos de supressões de muito boa qualidade. Em média, as suas soluções reduzem em mais de 70% os desvios percentuais, relativamente ao óptimo, de soluções geradas por heurísticas construtivas publicadas anteriormente para o PSC.

Palavras-Chave: Algoritmos genéticos; Redes e grafos; Problema da supressão complementar

Árvores de Suporte com Restrição de Grau: Propriedades e Formulações

Pedro Martins pedrocm@mail.telepac.pt

Ana Maria Almeida amca@mat.uc.pt

Maurício Souza mauricio@dep.ufmg.br

Esta comunicação incide em dois problemas de otimização em grafos. Para a sua descrição considere-se $G=(N,E)$ um grafo não-orientado, com N o conjunto de nodos e E o conjunto de arestas. Considere-se também uma constante d , tomando valores em $\{2,\dots,|N|-1\}$. No primeiro problema, que designamos por d -MST e desde há muito conhecido, pretendemos determinar uma árvore de suporte de custo mínimo em G , com a restrição de que todos os nodos têm grau máximo d . No segundo problema, recentemente proposto e que designamos por md -MST, pretendemos também determinar uma árvore de suporte sobre G , porém desta vez a restrição de grau estabelece que cada nodo ou tem grau mínimo d ou então é um nodo folha (grau 1). Na prática estes problemas surgem quando pretendemos localizar meios com determinada propriedade de conectividade (máxima ou mínima), ligados por uma estrutura em árvore. Ambos pertencem à classe dos NP-difíceis para determinados valores de d . Nesta comunicação são apresentadas propriedades e formulações para estes dois problemas. Alguns resultados computacionais, obtidos a partir das formulações consideradas, indicam que o segundo problema (md -MST) deverá ser mais difícil de caracterizar do que o primeiro (d -MST), o que torna o novo problema bastante mais aliciente.

Palavras-Chave: Árvores de suporte, Grafos, Formulações de fluxos

Sessão: QA4 - Multiobjectivo III**Sala: 303 (Piso 3)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador João Paulo Costa

Optimização do Efeito Actuador e Sensor de uma Placa Piezoeléctrica Utilizando um Algoritmo Genético Multiobjectivo

Lino Costa lac@dps.uminho.pt
Isabel Figueiredo isabelf@mat.uc.pt
Rogério Leal rogerio.leal@dem.uc.pt
Pedro Oliveira pno@dps.uminho.pt

Os problemas de optimização de estruturas são, em geral, formulados como problemas de programação não linear com variáveis contínuas. No entanto, as soluções numéricas obtidas por algoritmos de gradientes que requerem derivadas e propriedades de convexidade, têm, em geral, natureza local. Por isso, é importante utilizar, para estes problemas, técnicas de optimização global de forma a obter uma aproximação ao óptimo global. Para além disso, a modelação de problemas reais impõe a consideração de variáveis inteiras, o que conduz a problemas de programação inteira mista não linear que não possuem as propriedades de diferenciabilidade e convexidade. Por outro lado, os algoritmos evolucionários podem ser considerados ferramentas robustas de optimização global que podem lidar com problemas multiobjectivo. Neste trabalho, considerou-se o problema da optimização dos efeitos actuador e sensor de uma placa piezoeléctrica laminada com lâminas feitas de diferentes materiais piezoeléctricos. Pretende-se encontrar o máximo deslocamento do plano médio da placa, para o efeito actuador, ou o máximo potencial eléctrico, para o problema sensor. As formulações multiobjectivo destes problemas são resolvidas utilizando um algoritmo genético multiobjectivo. Os resultados obtidos demonstram a validade desta abordagem bem como as vantagens na utilização de formulações multiobjectivo.

Palavras-Chave: Optimização Multiobjectivo, Algoritmos Genéticos, Meta-heurísticas

Um Algoritmo Interactivo para Problemas de Programação Linear Multi-objectivo com Coeficientes Intervalares

Carla Oliveira coliv@inescc.pt
Carlos Henggeler Antunes cantunes@inescc.pt

Entre as principais abordagens metodológicas para tratamento da incerteza em modelos de programação matemática, quer com uma única, quer com múltiplas funções objectivo, contam-se a programação estocástica, a programação difusa ("fuzzy"), a programação robusta, a análise de sensibilidade e a programação intervalar. Porém, nem sempre é possível recolher a informação necessária para a aplicação de qualquer um destas abordagens num contexto de apoio à decisão, em particular em presença de múltiplas funções, geralmente conflituosas e incomensuráveis. As dificuldades inerentes a algumas destas abordagens (especificação de funções de pertença em programação difusa, informação disponível para distribuições postuladas ou verificadas empiricamente

em programação estocástica, variação simultânea de diferentes parâmetros em análise de sensibilidade, etc.) fazem surgir as técnicas baseadas em programação com coeficientes intervalares como interessantes de vários pontos de vista, tendo em conta a aplicabilidade em situações práticas. Os requisitos situam-se apenas no reconhecimento que não é possível estimar com precisão um dado coeficiente, mas é possível fixar uma gama de variação plausível onde ele se encontra, sem necessidade de estabelecer distribuições de qualquer tipo (possibilísticas ou probabilísticas). Ou seja, os coeficientes são incertos mas sabe-se que podem variar num intervalo fechado (unknown but bounded). Na programação intervalar os coeficientes e parâmetros dos modelos matemáticos são especificados como intervalos. Em geral, o estudo de problemas de programação linear multi-objectivo (PLMO) com coeficientes intervalares tem-se resumido apenas a aspectos específicos da programação intervalar. Os algoritmos existentes para determinar o conjunto de soluções necessariamente e/ou possivelmente eficientes dos problemas de PLMO com objectivos e/ou termos independentes intervalares inserem-se, em geral, na abordagem de optimização. Por outro lado, os algoritmos desenvolvidos para determinar o conjunto de soluções dos problemas de PLMO com coeficientes intervalares nas funções objectivo e nas restrições inserem-se, em geral, na abordagem de satisfação. A proposta para o tratamento da incerteza considerada neste trabalho incidirá nesta última abordagem, que permite obter uma formulação matemática do problema intervalar mais simples, conduz a uma forte integração do decisor no processo de decisão e permite efectuar o tratamento da incerteza ao nível de todos os coeficientes e parâmetros do problema.

Palavras-Chave: Programação Linear Multi-objectivo, programação intervalar

Determinação e Traçado Gráfico das Regiões de Indiferença do Espaço dos Pesos em Programação Linear Fraccionária Multiobjectivo

José Manuel Santos jmgaspar@ci.uc.pt

João Paulo Costa jpaulo@fe.uc.pt

Em Programação Linear Fraccionária MultiObjectivo (MOLFP) tem-se um conjunto de funções objectivo constituído por fracções, em que o numerador e o denominador são funções afins, sujeitas a um conjunto de restrições lineares. Para determinar soluções não-dominadas, neste tipo de problemas, pode optimizar-se uma única função: a soma pesada das funções objectivo. Atribuindo pesos $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ tais que $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$, a cada uma das funções objectivo $f_i(x)$, $i = 1, \dots, n$ resulta a função $\lambda_1 f_1(x) + \lambda_2 f_2(x) + \dots + \lambda_n f_n(x) = 1$. É neste quadro que se insere o trabalho que se pretende apresentar: mostrar através de resolução computacional as regiões nas quais os valores dos pesos podem variar mantendo-se a mesma solução não dominada as regiões de indiferença do espaço dos pesos. A determinação destas regiões é importante porque permite saber que valores de pesos tentar, se se pretender obter soluções não-dominadas alternativas. Para o presente trabalho consideram-se problemas apenas com 3 funções objectivo de forma a conseguir-se uma visualização gráfica fácil. Apresentar-se-ão alguns exemplos.

Palavras-Chave: Programação Linear Fraccionária MultiObjectivo; Soma pesada

Sessão: QA5 - Produção III**Sala: CGD (Piso 4)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador Eugénio Rocha

Modelação do Processo Produtivo numa Fábrica de Curtumes

Filipe Carvalho filipe.carvalho@widescope.pt
Ana Sofia Pereira ana.pereira@widescope.pt
Rui Matos ruimatos@ancarvalho.pt
Helder Jorge helder@couroazul.pt

Este trabalho descreve a modelação do processo produtivo numa fábrica de curtumes, no âmbito da implementação de um software de sequenciamento de tarefas. O processo produtivo de uma fábrica de curtumes considera várias restrições comuns em problemas de sequenciamento de tarefas mas também apresenta várias especificidades. Do modelo implementado destaca-se uma restrição que é cada vez mais encontrada em planeamentos de produção e que se relaciona com o conceito de ordens de fabrico, de produtos semi-acabados e acabados, e que define a noção de stocks intermédios. Com efeito, esta restrição introduz a necessidade de algumas tarefas produzirem artigos para stock ao mesmo tempo que outras o consomem, definindo implicitamente uma noção de precedência entre tarefas que pode, ou não, concretizar-se. O processo produtivo consiste numa sequência de acções químicas e mecânicas, um conjunto de tarefas que irão conduzir à transformação da matéria-prima, a pele de vaca, num produto final cujo destino é a indústria automóvel, quer para aplicação em estofos para bancos ou revestimento de volantes.

Palavras-Chave: sequenciamento de tarefas; scheduling; produção industrial

Uma Nova Solução Aproximada Quase Óptima num Modelo Económico de Controlo de Qualidade

J. Rodrigues Dias jrd@uevora.pt

Considere-se um sistema com um determinado tempo médio de vida em que se pretende minimizar o custo total médio por ciclo associado ao controlo de qualidade do respectivo processo produtivo, usando uma carta de médias. Um ciclo começa com o sistema em estado de novo e termina quando a falha é detectada e corrigida. Em trabalhos anteriores, apresentámos um novo método de amostragem em que o instante em que uma nova amostra é extraída depende do valor da média da amostra anterior. Mostrou-se que este método de amostragem é, em muitos casos, mais eficaz que outras abordagens tratadas na literatura, em particular os métodos FSI e VSI. Considerando custos parciais referentes à amostragem, ao período de mau funcionamento, aos falsos alarmes e, eventualmente, outros custos, como o de reparação do sistema após a detecção da respectiva falha, apresentámos recentemente uma solução analítica que minimiza o custo total médio por ciclo. Neste trabalho, apresenta-se agora uma nova solução aproximada, mais simples do ponto de vista prático, cuja validade se analisa considerando diversas situações. Conclui-se que esta nova aproximação é quase óptima.

Palavras-Chave: Controlo de qualidade, carta de médias, amostragem adaptativa, custos, custo total médio, minimização.

Optimização da Diversidade e Distribuição de Cablagens para a Indústria Automóvel

Agostinho Agra	aagra@mat.ua.pt
Domingos Cardoso	dcardoso@mat.ua.pt
Jorge Orestes Cerdeira	orestes@isa.utl.pt
Eugénio Rocha	eugenio@mat.ua.pt

Os carros são vendidos com um conjunto de opções (airbags, ar condicionado, auto-rádio, etc.) que dependem da escolha de cada cliente. A cada opção corresponde uma ligação física (fio de cobre) dentro da cablagem do automóvel. Por motivos técnicos, o conjunto de configurações distintas de cabos (relativamente às ligações que possuem) que é possível produzir é muito reduzido. Como consequência, em geral, os carros vendidos estão preparados para aceitar mais opções do que aquelas que os clientes pediram. Globalmente, essas ligações físicas que não são necessárias representam um elevado custo para a indústria automóvel. O problema da Diversidade e Distribuição de Cablagens consiste em determinar, face aos pedidos dos clientes (ou previsão desses pedidos), quais as configurações de cablagem que devem ser produzidas e, para cada configuração pedida, qual a configuração a entregar de modo a minimizar o custo global associado às ligações desnecessárias. Será discutida a modelação deste problema bem como as técnicas de resolução implementadas num problema real.

Palavras-Chave: p-mediana; cobertura

Sessão: QA6 - Corte e Empacotamento I**Sala: Edifer (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****9:00 - 10:00**

Moderador Francisco Saldanha da Gama

Novas Formulações e um Algoritmo Exacto para um Problema de Corte Ordenado

Cláudio Alves

claudio@dps.uminho.pt

José Valério de Carvalho

vc@dps.uminho.pt

O problema de corte ordenado é uma variante do problema de corte standard. Nesse problema, os itens pequenos são divididos em lotes, e todos os itens do mesmo lote devem ser cortados sequencialmente de modo a evitar que itens de outros lotes sejam cortados entre eles. Na prática, essa restrição ocorre quando existe apenas uma stack de produtos acabados junto da máquina de corte, ou devido às exigências de sistemas just-in-time. O problema de corte ordenado é NP-completo. O problema pode ser visto como uma combinação de um problema de corte com um problema de caixeiro viajante. Nesta comunicação, apresentam-se três formulações de programação inteira para o problema, e descreve-se o primeiro algoritmo exacto para a sua resolução.

Palavras-Chave: Programação Inteira, Algoritmo de Partição e Geração de Colunas, Problema de Corte, Problema de Caixeiro Viajante

Estruturas de Vizinhança Baseadas em Grafos de Visibilidade para Problemas de Empacotamento Bidimensionais Não Guilhotináveis

Maria Eduarda Pinto Ferreira epf@isep.ipp.pt

José Fernando Oliveira

jfo@fe.up.pt

O problema de empacotamento rectangular não guilhotinável (bidimensional) consiste em determinar o padrão que minimiza as perdas envolvidas no processo de empacotamento (o desperdício). Vai-se apresentar um estudo de estruturas de vizinhança baseadas em grafos de visibilidade, tendo como objectivo a sua aplicação em problemas de corte e empacotamento rectangulares bidimensionais. Finalmente apresentam-se alguns testes exploratórios realizados no sentido de verificar a eficácia da utilização de algumas das estruturas de vizinhança definidas na metaheurística arrefecimento simulado (simulated annealing).

Palavras-Chave: grafos, corte e empacotamento, estruturas de vizinhança, metaheurísticas

Problema de Bin Packing com Diferentes Tipos de Bins: Formulações Discretizadas e Desigualdades Válidas

Isabel Correia isc@fct.unl.pt
Luís Gouveia legouveia@fc.ul.pt
Francisco Saldanha da Gama fsgama@fc.ul.pt

O objectivo deste problema de Bin Packing é o de determinar como é que um conjunto de objectos pode ser empacotado num conjunto de bins com diferentes capacidades e custos. Apresenta-se uma formulação discretizada que é comparada com uma formulação não discretizada. Ambos os modelos são reforçados através da introdução de desigualdades válidas. A experiência computacional mostra que as desigualdades válidas não só permitem a obtenção de limites inferiores de melhor qualidade como também se revelam bastante úteis quando se pretende resolver optimamente o problema recorrendo a um software comercial.

Palavras-Chave: Bin Packing, Discretização, Formulações estendidas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Sessão: QB1 - Programação Inteira II**Sala: Auditório III (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador Cláudio Alves

Software para Métodos de Decomposição em Programação Inteira

Vítor Barbosa vbarbosa@esce.ips.pt
Filipe Alvelos falvelos@dps.uminho.pt
Cláudio Alves claudio@dps.uminho.pt

Em Programação Inteira, os modelos que se obtêm através de métodos de decomposição são frequentemente mais fortes que os modelos tradicionais. Essa característica afecta profundamente a eficiência dos algoritmos de resolução. Contudo, a difusão desses métodos tem sido travada pela inexistência de ferramentas de suporte à modelação e implementação de rotinas que permitam uma rápida validação dos possíveis algoritmos. Na prática, a implementação de um algoritmo de decomposição continua a implicar o desenvolvimento de todo o código que tenha a ver com as componentes associadas à decomposição. Nesta apresentação, descreve-se um conjunto de classes na linguagem C++ que permitem a decomposição automática de problemas através de uma estrutura dada e a sua resolução usando geração de colunas. Esta implementação utiliza vários componentes do projecto COIN-OR para a manipulação, armazenamento de dados e resolução dos problemas, tendo já sido criada uma interface OsiSolverInterface para este solver disponibilizando vários métodos para resolução e obtenção de soluções segundo a interface. A implementação de todos os métodos da interface permitirá utilizar outros componentes do COIN-OR (ex. Cbc e Cgl) para obter soluções inteiras para os problemas.

Palavras-Chave: Programação Inteira, decomposição Dantzig-Wolfe, método de partição e geração de colunas, software.

Metodologia de Hibridação de Meta-heurísticas e Geração de Colunas

Filipe Alvelos falvelos@dps.uminho.pt
José Valério de Carvalho vc@dps.uminho.pt

Nesta comunicação apresenta-se uma metodologia de hibridação entre meta-heurísticas e métodos exactos baseados em geração de colunas. Tipicamente, o método de geração de colunas é combinado com o método de partição e avaliação (branch-and-bound) na obtenção de soluções óptimas para problemas de Programação Inteira / Optimização Combinatória. Alternativamente, na metodologia proposta, o método de geração de colunas serve de suporte à especificação de componentes fundamentais das meta-heurísticas (consideradas numa perspectiva unificadora): funções de avaliação, estruturas de vizinhança, algoritmos construtivos, estratégias de intensificação e diversificação, operadores de selecção, recombinação e mutação. No limite, em cada iteração do método de geração de colunas, toda a informação disponível (soluções de subproblemas, solução primal relaxada, solução dual) pode ser utilizada pela meta-heurística, tal como a(s) solução(ões)

obtida(s) através da meta-heurística pode(m) ser utilizada(s) na iteração seguinte do método de geração de colunas. Descreve-se uma implementação em C++ da metodologia proposta e apresentam-se resultados computacionais.

Palavras-Chave: Meta-heurísticas, programação inteira, geração de colunas

Questões Espaciais no Traçado de Reservas Ecológicas na Presença de Hotspots

Diogo Alagador

alagador@isa.utl.pt

Jorge Orestes Cerdeira

orestes@isa.utl.pt

No traçado de redes de reservas ecológicas existem alguns locais cujo valor ecológico, estratégico e/ou morfológico dita a sua selecção. A existência de espécies raras e endémicas são algumas das razões que determinam a existência destes locais de selecção obrigatória, referidos como hotspots. As inter-relações ao nível da estrutura dos ecossistemas determinam frequentemente o distanciamento destes locais. Os métodos existentes de selecção de reservas, inspirados na eficiência e/ou compactação das soluções, não parecem ideais na presença de hotspots. Os que incorporam critérios para encorajar a compactação não evitam a fragmentação decorrente da distância entre hotspots. Os métodos que forçam a conectividade actuam de forma semelhante aos algoritmos para produção de corredores ecológicos, ao ligarem unidades fragmentadas, dando origem a soluções longas e estreitas, onde o efeito-órbita e evitamento das espécies é acrescido. Desta forma, são requeridos métodos que definam o traçado de reservas ecológicas na presença de hotspots. Propomos e discutimos um modelo que segue neste sentido.

Palavras-Chave: traçado de reservas; hotspots; atributos espaciais; fragmentação; programação inteira 0-1

Sessão: QB2 - Meta-heurísticas II**Sala: 202 (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador António Antunes

Uma Estratégia Evolutiva sem Parâmetros para Optimização Global

Lino Costa lac@dps.uminho.pt

Diversas abordagens evolucionárias têm sido aplicadas a problemas de optimização com sucesso. De entre estas abordagens, as estratégias evolutivas provaram ser algoritmos de optimização global eficientes. No entanto, estes algoritmos têm diversos parâmetros cujos valores iniciais nem sempre são fáceis de escolher. Logo, é importante investigar como adaptá-los dinamicamente ao longo da procura. Neste trabalho, um novo algoritmo baseado em estratégias evolutivas, possuindo um único parâmetro, é proposto. Este algoritmo é comparado com as estratégias evolutivas tradicionais na resolução de um conjunto de problemas teste difíceis. Os resultados indicam um bom desempenho da nova abordagem.

Palavras-Chave: Optimização Global, Estratégias Evolutivas, Meta-heurísticas

Aplicação de um Algoritmo do Tipo Simulated Annealing na Geração de Esquemas de Patrulha Policiais Caso de Estudo

M^a Conceição Gaboleiro saogaboleiro@netcabo.pt
Nelson Chibeles Martins npm@fct.unl.pt

Esta trabalho foi uma aplicação do algoritmo proposto por N. C. Martins (2005) a uma zona urbana do centro de Lisboa, e pretendeu testar o algoritmo em condições diferentes das testadas anteriormente. Nomeadamente, pretendeu-se desenvolver uma aplicação informática adaptada às características da zona de influência de uma Esquadra e verificar a qualidade dos resultados obtidos para essa região. Os dados utilizados reportam-se à zona de influência de uma das Esquadras da Baixa Pombalina e incluem informações sobre a criminalidade média das ruas dessa região e dados de natureza geográfica. Os esquemas de patrulha produzidos pela aplicação deverão ser aleatórios mas dentro de certos critérios de qualidade, por forma a garantir o patrulhamento das ruas em função dos níveis de criminalidade, entre outros parâmetros também considerados. O problema que foi estudado enquadra-se na área de Optimização Combinatória, e tem um elevado nível de complexidade. Para a geração dos esquemas de patrulha foi implementado um procedimento baseado na Meta-Heurística Simulated Annealing com adaptações adequadas ao problema em causa.

Palavras-Chave: Simulated Annealing, Meta Heurísticas, Rotas

Meta-heurísticas Multiobjectivo para o Planeamento de Investimentos em Capacidade com Incerteza

João Claro

jclaro@inescporto.pt

Jorge Pinho de Sousa

jsousa@inescporto.pt

O momento e a dimensão dos investimentos em capacidade constituem decisões importantes ao nível da estratégia de operações. As implicações de longo prazo destas decisões exigem das empresas que as incertezas na evolução do contexto sejam explicitamente tomadas em consideração no processo de planeamento. Tipicamente este problema tem sido formulado com um único objectivo consistindo no valor esperado do investimento. No âmbito deste trabalho, esta formulação é alargada com a inclusão de uma segunda função objectivo que reflecte o risco associado às decisões de investimento, sendo consideradas duas alternativas: a variância e o valor em risco condicional. Para apoiar este tipo de decisões, foi definido um problema de expansão de capacidade média-risco, multi-recurso e multi-período. Este modelo, de carácter preliminar e constituindo a simplificação de uma realidade complexa, incorpora a evolução da procura e dos custos de investimento através de uma árvore de cenários, e considera dois “atritos”: economias de escala e capacidades discretas. Estas características definem a natureza combinatória do problema, tornando-o, naturalmente, de difícil resolução. Assim, foi desenvolvida uma abordagem baseada em pesquisa local multiobjectivo que permite encontrar aproximações de boa qualidade ao conjunto de soluções eficientes média-risco, em tempos computacionais moderados. A partir deste modelo base, estão a ser consideradas várias extensões naturais. Em particular, a extensão do modelo ao caso multi-produto pode ser aplicada num contexto de cadeia de abastecimento. A abordagem de pesquisa local multiobjectivo foi estendida para lidar com esta versão do problema, sendo que os resultados computacionais disponíveis, embora de carácter preliminar, demonstram claramente o seu potencial.

Palavras-Chave: Meta-heurísticas multiobjectivo; Planeamento de capacidade

Sessão: QB3 - Multicritério III**Sala: Auditório I (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador José Antunes Ferreira

Avaliação Multicritério com Informação Ordinal: uma Comparação de Diferentes Regras de Selecção

Paula Sarabando paula_sarabando@hotmail.com
Luis Dias LDias@inescc.pt

Neste trabalho estudamos problemas multicritério de selecção de alternativas tendo por base o modelo aditivo de agregação de funções de valor (ou utilidade). Neste caso, como em muitos outros, os modelos matemáticos utilizados no apoio à decisão são caracterizados por múltiplos parâmetros, que nem sempre é fácil determinar. Consideramos casos em que parte da informação disponível é de natureza ordinal. Por exemplo, a informação pode consistir numa ordenação dos critérios por ordem do peso da função de valor, ou numa ordenação das alternativas segundo o seu valor em cada critério. Neste contexto, têm sido propostas várias regras para seleccionar uma alternativa face à informação ordinal, entre as quais as regras da centróide, do valor mínimo, da perda de valor máxima, dos valores centrais, da quasi-dominância e da quasi-optimalidade. Pretende-se conhecer melhor a forma como se comparam estas regras, bem como fornecer algumas pistas sobre a melhor forma de as utilizar, seja em situações com informação ordinal nos pesos das funções de valor, seja em situações de informação ordinal nos pesos das funções de valor e nos desempenhos das alternativas. As comparações são baseadas em simulações Monte-Carlo, mediante a utilização do programa @Risk para a folha de cálculo Excel. Consideramos inicialmente o caso em que temos uma ordenação dos pesos das funções de valor e em que se supõe conhecido o valor de cada alternativa em cada critério. Estendemos posteriormente os testes ao caso em que a informação imprecisa se refere também ao valor das alternativas em cada critério.

Palavras-Chave: Avaliação multicritério, informação ordinal, MAUT

Avaliação Multi-critério de Alternativas de Traçado Variante a um Traçado Actual de Via-férrea

Ricardo Ribeiro de Spínola ricardo.spinola@cised.pt
José Antunes Ferreira antunes.ferreira@cised.pt

O presente estudo tem como objectivo avaliar comparativamente um conjunto de alternativas ou soluções, ao actual traçado de uma via férrea numa extensão aproximada de 24 Km, segundo diversos pontos de vista (técnicos, económicos, sociais, ambientais, etc.) considerando as diversas vantagens e inconvenientes associados a cada alternativa. Da avaliação comparativa das alternativas, decorre a selecção de um conjunto de duas ou três alternativas de traçados que se pretende estudar em maior pormenor numa fase posterior. A identificação das melhores soluções de entre as diversas alternativas pré-identificadas foi realizada tendo por base uma Metodologia Multi-critério de Apoio à Decisão. A

metodologia segue as três fases fundamentais definidas por Bana e Costa (estruturação, avaliação e elaboração de recomendações), e integra várias técnicas, nomeadamente a abordagem MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) para a construção do modelo de avaliação propriamente dito. No contexto do desenvolvimento do processo de avaliação apresentado neste estudo, as decisões são o resultado de um processo de participação interactiva dos vários técnicos que integraram a equipa de trabalho do decisor.

Palavras-Chave: avaliação, multi-critério, MACBETH

Avaliação Multicritério do Grau de Segurança Anti-contrafacção de Hologramas

Ana Alexandra Andrade	ana.andrade@ineti.pt
Carlos Bana e Costa	carlosbana@netcabo.pt
Ramiro Sánchez López	Ramiro.lopez@tagus.ist.utl.pt

Os DOVID (Diffractive Optically Variable Image Devices), também designados por hologramas e frequentemente integrados em documentos e produtos com o objectivo de dificultar a contrafacção, têm um valor de segurança que depende do conjunto de propriedades de cada exemplar em particular. Se algumas destas propriedades são objectivas e fáceis de caracterizar, outras são subjectivas e torna-se difícil verificar como e quanto contribuem para a eficácia do elemento óptico. A natureza diversa dessas propriedades associada a uma estrutura de inter-relações pouco esclarecida, têm afastado a ideia de uma avaliação integradora capaz de produzir um resultado quantitativo indicador do grau de segurança anti-contrafacção. Este trabalho propõe um modelo de avaliação de DOVID mediante a utilização de metodologias multicritério de apoio à decisão (MCDA, Multi-criteria Decision Analysis): a contribuição das propriedades relevantes do DOVID é clarificada e expressa em termos de uma unidade comum de valor de segurança, obtendo-se uma classificação final significativa por amostra. A abordagem MACBETH apoiou a construção do modelo quantitativo com base em julgamentos de valor de segurança elaborados por especialistas. Duas amostras de hologramas foram analisadas e classificadas, para exemplificar a utilização do modelo. Os resultados obtidos sugerem que se trata de um método válido para medir o grau de segurança de DOVID, pois são consistentes com o entendimento dos especialistas sobre o valor das amostras. Fabricantes de hologramas podem utilizar o modelo nas fases de planeamento ou pré-produção e clientes (fabricantes de documentos e produtos potencialmente alvo de contrafacção) como ferramenta de apoio à decisão na escolha entre um conjunto de propostas. Ao explicitar quais as propriedades, como e quanto contribuem para a eficácia do DOVID, este modelo proporciona um formalismo de avaliação que, se aceite por um número significativo de representantes da indústria, poderia proporcionar um standard de medida do grau de segurança anti-contrafacção de hologramas.

Palavras-Chave: Decisão, Multicritério, MACBETH, Métrica, Segurança, Contrafacção, Holograma, DOVID

Sessão: QB4 - Logística II**Sala: 303 (Piso 3)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador Virginia Machado

Resiliência na Cadeia de Abastecimento

Helena Carvalho	hmlc@fct.unl.pt
Virgínia Helena Machado	yhm@fct.unl.pt
Ana Paula Barroso	apb@fct.unl.pt
V. Cruz Machado	vcm@fct.unl.pt

São inúmeros os estudos publicados sobre incerteza na cadeia de abastecimento, suas causas e efeitos. Estes estudos referem-se a uma incerteza com um carácter previsível, por ocorrer frequentemente. Existe, outro tipo de incerteza, externa à cadeia de abastecimento e que designaremos por distúrbio, cujo carácter aleatório, a faz ser considerada um outlier e, por isso, não ser, de um modo geral, ponderada pelos gestores das empresas e/ou das cadeias de abastecimento, no momento da definição de planos de mitigação e/ou de contingência. Na verdade, as cadeias de abastecimento estão também sujeitas a este tipo de incerteza que resultam de causas tão diversas como condições atmosféricas extremas, desastres naturais, greves, instabilidade política ou nova legislação. Embora os distúrbios constituam, na sua essência, uma incerteza para os gestores, apresentam características específicas. São muito difíceis de prever e ocorrem ocasionalmente. Os distúrbios provocam normalmente efeitos severos, com carácter negativo, não só nas empresas/entidades em que directamente incidem, mas também, na(s) cadeia(s) de abastecimento onde as empresas/entidades estão integradas, fundamentalmente devido aos efeitos em cascata, que, de um modo geral, provocam. Consequentemente, os gestores das empresas devem tomar acções, com carácter operacional e/ou estratégico, definidas em planos de contingência e/ou mitigação, respectivamente, que permitam criar resiliência não só ao nível da própria empresa, como também ao nível da(s) cadeia(s) de abastecimento onde a empresa está integrada. Verifica-se, no entanto, que existe pouca informação sobre o tipo de acções mais adequado a tomar, tanto a curto como a longo prazo. Neste trabalho pretende-se analisar a importância para uma cadeia de abastecimento, da criação de resiliência nas entidades que dela fazem parte. Assim, com base num modelo de simulação de uma cadeia de abastecimento, com 4 níveis, é realizada uma análise dos efeitos da implementação de planos de mitigação por parte das entidades que a constituem, quando afectadas por um distúrbio.

Palavras-Chave: Gestão da Cadeia de Abastecimento, Resiliência, Incerteza, Distúrbio, Planos de Mitigação

Planeamento e Escalonamento de um Pipeline Multiproduto com Gestão de Inventário

Susana Relvas susanaicr@ist.utl.pt
Henrique Matos henrimatos@ist.utl.pt
Ana Paula Barbosa-Póvoa apovoa@ist.utl.pt
João Fialho joao.fialho@clc.pt

A cadeia de abastecimento dos derivados do petróleo tem um papel fundamental quer na indústria quer na economia mundiais. Ao nível nacional esta cadeia vai desde o fornecimento de petróleo através de portos e petroleiros, passando por uma produção diversificada quer em refinarias quer em indústrias petroquímicas finalizando na distribuição dos produtos finais. A importância da actividade petrolífera e o elevado nível de competitividade, que se verifica neste sector, tem incentivado nas organizações envolvidas a procura de soluções optimizadas para a operacionalidade dos sistemas associados através da redução de custos e/ou aumento de lucros. O desafio situa-se na obtenção de uma plataforma de informação que consiga conjugar todos os nós da cadeia. Para tal a existência de sistemas de apoio à decisão quer permitam analisar de forma detalhada as operações envolvidas é fundamental. A comunidade académica, especialmente a partir da década de 90, tem vindo a responder a este desafio através do desenvolvimento de modelos matemáticos que permitam de uma forma detalhada resolver alguns dos problemas que surgem. No entanto, a sua atenção têm sido focada essencialmente nas refinarias e sua alimentação (através de petroleiros/portos) e não tanto na parte final da cadeia ou seja na actividade de distribuição dos produtos finais. Neste trabalho, o transporte e a gestão de inventário de produtos finais petrolíferos é estudada. Considera-se um sistema de transporte caracterizado por uma pipeline multiproduto e a sua ligação a um parque de tanques onde se procede à gestão de inventário dos produtos transportados. O modelo desenvolvido permite dar apoio ao planeamento e escalonamento das operações a realizar no sistema. A operação do pipeline efectua-se num regime contínuo, sem que haja qualquer tipo de separação física entre lotes de diferentes produtos. Para tal apenas obedece a uma matriz de sequências possíveis/proibidas entre dois produtos consecutivos, de forma a garantir a qualidade dos lotes à chegada ao parque de tanques. A operação compreende a gestão de inventários, onde as entradas são exclusivamente os produtos provenientes do pipeline e as saídas são as necessárias para garantir a satisfação dos clientes. Esta gestão tem de permitir ainda que cada novo lote descarregado pelo pipeline cumpra um período de repouso inerente à certificação de qualidade do mesmo. O modelo matemático desenvolvido é do tipo MILP (Mixed-Integer Linear Programming), com representações contínuas do tempo e do volume no pipeline. Para o efeito são utilizados eventos que correspondem ao final da bombagem de cada lote para o pipeline. As saídas para clientes são modeladas de forma diária. O desafio é obter um modelo matemático que descreva a operação de forma detalhada, mas não descurando a necessidade de obter soluções para a gestão das operações em tempo real. O modelo é aplicado ao caso real da Companhia Logística de Combustíveis, S.A. (CLC), que recebe seis derivados de petróleo, originários da refinaria da Galpenergia (Sines), os gere e distribui pela zona centro de Portugal. Os objectivos são minimizar o caudal e maximizar a utilização do pipeline, garantindo a satisfação dos clientes. Comparando resultados do modelo com o planeamento heurístico da CLC verifica-se um caudal médio menor com maior utilização do pipeline (5 a 6% superior) e inventários finais superiores ao previsto pela CLC. O modelo também permite que se encontre o menor caudal para o qual o balanço entre entradas e saídas se anula, repondo o inventário inicial.

Palavras-Chave: Pipeline, Multiproduto, Parque de Tanques, Escalonamento, Modelo MILP, tempo contínuo.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro atribuído através da Bolsa de Doutoramento em Empresas SFRH / BDE / 15523 / 2004, co-financiada pela Fundação de Ciência e Tecnologia e pela Companhia Logística de Combustíveis, S.A.

Modelos de PL Aplicados à Gestão das Operações de um Armazém

Carla Alexandra Soares Geraldès	carlag@ipb.pt
Sameiro Carvalho	sameiro@dps.uminho.pt
Guilherme Pereira	gui@dps.uminho.pt

O mercado global está cada vez mais competitivo e mais volátil, exigindo flexibilidade, qualidade e eficiência nas operações logísticas. Os armazéns são, inevitavelmente, elos importantes da cadeia logística, pelo que a gestão de armazéns cumpre um papel relevante neste contexto. O trabalho apresentado surgiu da necessidade de redimensionar um centro de distribuição e inclui a construção de dois modelos de programação linear que permitirão redimensionar e organizar o armazém. O primeiro modelo apresentado diz respeito ao dimensionamento das áreas funcionais e respectiva atribuição dos produtos a cada uma dessas áreas. O segundo modelo adopta uma política de localização baseada na formação de clusters. Os resultados obtidos abrem lugar ao estudo e implementação de novas estratégias para otimizar o processo de picking.

Palavras-Chave: Logística; Armazenamento; Concepção e planeamento; Programação Linear.

Sessão: QB5 - Sequenciamento II**Sala: CGD (Piso 4)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador Jorge Mendes

Heurísticas para o Sequenciamento de Padrões de Corte

Elsa Negas

elsa.negas@lis.ulusiada.pt

Maria Eugénia Captivo

mecaptivo@fc.ul.pt

Estuda-se o problema de sequenciamento de padrões de corte de rolos de papel, considerando diferentes restrições e vários objectivos, tais como a minimização do número total/máximo de pilhas abertas, minimização do Order Spread total/máximo ou a minimização do custo total de movimentação das navalhas. Após o sequenciamento dos padrões estar definido, pode proceder-se à ordenação das peças dentro de cada padrão de forma a otimizar a eficiência da máquina de corte. Para este caso pode ser utilizado um Algoritmo de Caminho mais Curto numa rede adequada obtendo-se a solução óptima. Apresentam-se novas heurísticas, um critério de inicialização assim como um processo de redução da dimensão do problema que conduziram a uma significativa melhoria dos resultados. Para cada objectivo analisam-se os resultados obtidos com problemas gerados aleatoriamente e com problemas reais, e discutem-se as repercussões nos restantes objectivos.

Palavras-Chave: Problema de Corte, Sequenciamento, Heurísticas

Apoio: POCTI-ISFL-1-152

Uma Incursão em Problemas de Sequenciação Múltipla

Hugo Ferreira

son_sailer@hotmail.com

Maria do Carmo Guedes

mmguedes@fc.up.pt

Gueorgui Smirnov

gsmirnov@fc.up.pt

O problema de determinação da sequência de operações, levando em consideração restrições de precedência, de modo a minimizar o tempo total de realização de um número fixado de tarefas tem grande interesse para a utilização otimizada de equipamentos e planeamento eficiente de produção. Neste trabalho é apresentado um caso de tarefas com possibilidade de decomposição em vários níveis de subtarefas a ser realizadas em máquinas com características diferentes relativamente a tempos de execução de operações e tempos de inicialização. O problema é resolvido com base num modelo de caminho mais curto. Mostra-se a experiência feita com software de optimização desenvolvido especialmente para este problema, bem como uma representação gráfica interactiva dos resultados.

Palavras-Chave: Sequenciação múltipla, estudo computacional

Um Algoritmo Evolucionário Híbrido para o Problema do Sequenciamento de Projectos com Recursos Limitados

José Fernando Gonçalves jfgoncal@fep.up.pt

Jorge José Magalhães Mendes jjm@isep.ipp.pt

Neste artigo propõe-se uma abordagem para a resolução do Problema do Sequenciamento de Projectos com Recursos Limitados RCPSp que combina um algoritmo genético com um esquema série de geração de planos. O algoritmo genético utiliza uma representação cromossómica baseada em chaves aleatórias que é responsável pela evolução das prioridades utilizadas pelo esquema série de geração de planos. Após a obtenção de um plano é aplicada uma heurística de melhoramento da solução baseada numa estratégia de programação para trás e para a frente. O algoritmo é testado num conjunto de problemas padrão retirados da literatura da especialidade e é comparado com outras abordagens. Os resultados computacionais validam o bom desempenho do algoritmo em termos de qualidade da solução.

Palavras-Chave: Gestão de Projectos, Sequenciamento, Algoritmos genéticos, Chaves Aleatórias, RCPSp

Sessão: QB6 - Corte e Empacotamento II**Sala: Edifer (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****10:10 - 11:10**

Moderador António Gomes

METATOPOS - Abordagens Meta-heurísticas ao Problema de Corte de Figuras Irregulares (Irregular Strip Packing Problem)

José Fernando Oliveira jfo@fe.up.pt
António Miguel Gomes agomes@fe.up.pt

TOPOS é uma conhecida heurística construtiva para o problema de corte de figuras irregulares. Baseada em diversas estratégias para determinar a ordem pela qual as peças devem ser colocadas no padrão de corte, o seu local de posicionamento e ainda a sua orientação, TOPOS não se baseia em nenhum tipo de heurística bottom-left para posicionar as peças. No METATOPOS são usadas meta-heurísticas para aumentar a eficácia do algoritmo TOPOS através da inclusão de poderosos mecanismos de pesquisa. São apresentados resultados computacionais para instâncias habitualmente usadas na literatura sobre estes problemas.

Palavras-Chave: Cortes e Empacotamentos, Meta-heurísticas, Optimização Combinatória, Produção

Abordagens ao Problema do Posicionamento de Figuras Irregulares Baseadas na Criação e no Posicionamento Periódico de Agrupamentos de Figuras Irregulares

Maria Teresa Costa mco@isep.ipp.pt
António Miguel Gomes agomes@fe.up.pt
José Fernando Oliveira jfo@fe.up.pt

O problema de posicionamento de figuras irregulares é um problema de cortes e empacotamento 2D, que surge em processos industriais onde é necessário cortar peças com formas irregulares minimizando o desperdício de matéria-prima. As abordagens clássicas a este tipo de problemas baseiam-se no posicionamento individual de cada uma das peças, o que torna estas abordagens muito dependentes do número total de peças a cortar. Neste trabalho propomos uma abordagem em duas fases: a primeira fase consiste na criação do agrupamento de figuras irregulares, enquanto a segunda fase consiste no posicionamento periódico do agrupamento de figuras irregulares. Serão também apresentados resultados computacionais obtidos com a abordagem proposta.

Palavras-Chave: Cortes e Empacotamento; Figuras Irregulares; Optimização Combinatória

Sessão: QP4 - Plenária 4**Sala: Edifer (Piso 2)****Quarta feira (dia 11)****11:30 - 12:30**

Moderador Pedro Oliveira

A Investigação Operacional e as suas Aplicações em Problemas de Transportes

José Manuel Viegas
CESUR - Instituto Superior Técnico

Começa-se por evocar o facto de a área dos transportes ter sido das primeiras em que se desenvolveram técnicas específicas de optimização com várias famílias de problemas para os quais se descobriram soluções simples bem como uma daquelas em que mais cedo se constatou a existência de problemas de grande complexidade computacional, tornando-os virtualmente intratáveis quando havia que tratar situações realistas. Refere-se de seguida que o desenvolvimento de técnicas heurísticas de optimização e de ambientes de simulação cada vez mais potentes tem permitido resolver de forma muito eficaz problemas operacionais de dimensão muito significativa, sendo hoje quase impossível pensar em operações de transportes economicamente competitivas que não recorram a um uso intenso das técnicas de IO. A abertura dos mercados do transporte de mercadorias e progressivamente também de passageiros tem vindo a colocar em evidência a vantagem competitiva das empresas mais competentes nestes domínios. O que caracteriza as aplicações no domínio do operacional é um contexto bem definido, em que se conhecem os requisitos, as regras a cumprir e a função objectivo. Evocam-se finalmente as dificuldades crescentes que vêm rodeando a tomada de decisão sobre os sistemas de transportes, quer no plano estratégico quer no tático, as fontes razões dessas dificuldades adicionais e os contributos possíveis da IO para suportar um processo de decisão que se pretende mais eficaz e com resultados mais aceitáveis pela multiplicidade de stakeholders que normalmente se mobilizam em torno destes problemas.

Moderadores

Alvelos, Filipe SC5

falvelos@dps.uminho.pt

Centro Algoritmi, Univ do Minho

Alves, Cláudio QB1

claudio@dps.uminho.pt

Centro Algoritmi, Univ do Minho

Dep de Produção e Sistemas, Univ do Minho

Alves, Rui TD5

ralves@fep.up.pt

Fac de Economia da Univ do Porto

Amado, Ligia TC5

lamado@iseg.utl.pt

Inst Sup de Economia e Gestão, Univ Técnica de Lisboa; Centro IO, FC/UL

Antunes, António QB2

ams.antunes@gmail.com

Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho

Barreto, Sérgio TB1

sergio.barreto@isca.ua.pt

ISCA/CIO - Univ de Aveiro

Bastos, Fernando TA1

fbastos@fc.ul.pt

Centro de Investigação Operacional/DEIO-FCUL

Camanho, Ana TC1

acamanho@fe.up.pt

Fac de Engenharia da Univ do Porto

Carravilla, Maria Antónia TEens

mac@fe.up.pt

INESC PORTO/FEUP

Carvalho, Filipa D. QA3

filipadc@iseg.utl.pt

Inst Sup de Economia e Gestão (UTL);

Centro de Investigação Operacional - FC/UL

Casquilho, Miguel TB6

mcasquilho@ist.utl.pt

Inst Sup Técnico

Chibeles Martins, Nelson TA5

npm@fct.unl.pt

Dep. de Matemática e Centro de Matemática e Aplicações - FCT - UNL

Clímaco, João Carlos Namorado Plenária 2

jclimaco@inescc.pt

FEUC & INESC Coimbra

Colaço, Susana TA4

susana.colaco@eses.pt

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém

Cortinhal, Maria João TD4

mccc@isccte.pt

ISCTE - Escola de Gestão;

Centro Investigação Operacional, FC/UL

Costa, Maria da Graça R. G. TC4

gcosta@esce.ips.pt

Escola Superior de Ciências Empresariais, Instituto Politécnico de Setúbal

Costa, João Paulo QA4

jpaulo@fe.uc.pt

Fac de Economia da Univ de Coimbra e INESC Coimbra

Costa, Lino TD2

lac@dps.uminho.pt

Dep de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Univ do Minho

Dias, Luis TA3

LMCDias@fe.uc.pt

Fac Economia da Univ Coimbra e INESC Coimbra

Ferreira, José Antunes QB3

antunes.ferreira@cesur.civil.ist.utl.pt

IST - Instituto Superior Técnico

Figueira, José Rui TB2

figueira@ist.utl.pt

CEG-IST, Center for Management Studies, Instituto Superior Técnico

Fonseca, Maria Conceição estudio

mdfonseca@fc.ul.pt

Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Centro de Investigação Operacional

Fontes, Dalila B. M. M. SC2

fontes@fep.up.pt

Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Gomes, António M. QB6

agomes@fe.up.pt

INESC PORTO/FEUP

Gouveia, Luis Plenária 3

legouveia@fc.ul.pt

FCUL - DEIO - Centro de Investigação Operacional

Guedes, Maria do Carmo Miranda TB5

mmguedes@fc.up.pt

Departamento de Matemática Aplicada, Faculdade de Ciências UP

Machado, Virginia H. QB4

vhm@fct.unl.pt

FCT/UNL

Martins, João **TA2**

maia.martins@marinha.pt

Divisão de Estatística e Inv Operacional,
Direcção de Análise e Gestão da Informação,
Marinha, Ministério de Defesa Nacional

Martins, Pedro **TB3**

pedrocm@mail.telepac.pt

Centro de Investigação Operacional (CIO) e
Instituto Politécnico de Coimbra - ISCAC

Mello, João Carlos Soares **TC3**

jcsmello@yahoo.com.br

Universidade Federal Fluminense

Mendes, Jorge **QB5**

jjm@isep.ipp.pt

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do
Porto

Monteiro, Elisabete **TB4**

emonteiro@ipg.pt

Esc. Sup. Tecn. Gestão Inst Politécnico da
Guarda / INESC - Núcleo de Coimbra

Oliveira, Mónica Duarte **QA1**

monica.oliveira@tagus.ist.utl.pt

Instituto Superior Técnico

Oliveira, Pedro **Encerramento, Plenária 4**

pno@dps.uminho.pt

Departamento de Produção e Sistemas
Universidade do Minho

Oliveira, Rui **SC4**

roliv@ist.utl.pt

Instituto Superior Técnico - CESUR

Paias, Ana **SC6**

ampaia@fc.ul.pt

Universidade de Lisboa, Faculdade de
Ciências, DEIO, CIO

Pinto, Alberto **TD1**

aapinto@fc.up.pt

Fac de Ciências da Univ do Porto

Pinto Paixão, José **SEmp**

pinto.paixao@sa.fc.ul.pt

Univ de Lisboa, Fac de Ciências;
Centro IO - FC/UL

Ramalhete, Manuel **TA6**

manuel.ramalhete@galpenergia.com

Presidente do CA da CLC-Companhia Logística
de Combustíveis, SA; Professor do ISEG

Rocha, Eugénio **QA5**

eugenio@mat.ua.pt

Univ de Aveiro

Quinhones Levy, João **SC3**

jglevy@cesur.civil.ist.utl.pt

CESUR, DECivil, Intituto Sup Técnico

Saldanha da Gama, Francisco **QA6**

fsgama@fc.ul.pt

CIO/DEIO-FCUL, Universidade de Lisboa

Sarrico, Cláudia **TD3**

c.s.sarrico@csjp.ua.pt

Universidade de Aveiro

Serrão, Amílcar **TC6**

aserrao@uevora.pt

Univ de Évora, Departamento de Gestão

Sousa, Jorge **Abertura**

jsousa@inescporto.pt

INESC PORTO/FEUP

Valadares Tavares, Luís **Plenária 1**

lvt@ina.pt

Instituto Nacional de Administração;
Inst Sup Técnico

Vaz, António Ismael Freitas **SC1**

aivaz@dps.uminho.pt

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

Vaz, Clara **QA2**

clvaz@ipb.pt

Escola Superior de Tecnologia e de Gestão,
Instituto Politécnico de Bragança

Xufre Casqueiro, Patrícia **TC2**

pxufre@fe.unl.pt

FEUNL

AutoresAgra, Agostinho **QA5**aagra@mat.ua.pt

Univ de Aveiro

Alçada, Luís **TB4**alcada@dec.uc.ptFac Economia da Univ Coimbra
INESC - Núcleo de CoimbraAlagador, Diogo **QB1**alagador@isa.utl.ptUnidade de Matemática Aplicada, Dep Matemática,
Inst Sup de AgronomiaAlmeida, Adiel Teixeira **TB4**aalmeida@ufpe.br

Univ Federal de Pernambuco

Almeida, Ana Maria **TB3, QA3**amca@mat.uc.pt

Dep de Matemática - Univ de Coimbra

Almeida, Maria Teresa **QA3**talmeida@iseg.utl.ptInst Sup de Economia e Gestão, Univ Técnica de
Lisboa; CIO - Centro de Inv Operacional - FC/ULAlmeida Filho, Adiel Teixeira **TB4**ataf@ufpe.br

Univ Federal de Pernambuco

Alvelos, Filipe **SC5, QB1**falvelos@dps.uminho.pt

Centro Algoritmi, Univ do Minho

Alves, Cláudio **QA6, QB1**claudio@dps.uminho.ptCentro Algoritmi, Univ do Minho
Dep de Produção e Sistemas, Univ do MinhoAlves, Rui **SC5, TD5**ralves@fep.up.pt

Fac de Economia, Univ do Porto

Amaral, António Manuel P.S. **estudIO**antonio.manuel.amaral@gmail.com

Univ do Minho, DPS

Amaro, Ana Cristina Santos **TD4**Cristinaamaro@sapo.ptInst Sup de Contabilidade e Administração de
Coimbra - ISCACAndrade, Ana Alexandra **QB3**ana.andrade@ineti.pt

Inst Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

Antunes, António **TA1, TC1**ams.antunes@gmail.comDep de Produção e Sistemas, Escola de
Engenharia, Univ do MinhoAntunes, Carlos Henggeler **TA4, TB4, QA4**cantunes@inescc.pt

INESC Coimbra e Univ de Coimbra, Dep de

moderadores

Eng Electrotécnica e de Computadores

Araújo, Rui Pedro B. Amaral **estudIO**rpbaa@sapo.ptDep Estatística e Investigação Operacional,
Fac de Ciências da Univ de LisboaAranes, Amílcar **TD2**amilcar.arantes@civil.ist.utl.ptAzevedo, Inês Almeida **TA5**ines.azevedo@gmail.comBana e Costa, Carlos **QB3**carlosbana@netcabo.pt

Inst Sup Técnico (DEG - Taguspark)

Barbosa, Vítor **QA1**vbarbosa@esce.ips.ptCentro Algoritmi, Univ Minho / Dep Sistemas
de Informação, Escola Sup de Ciências
Empresariais; Inst Politécnico de SetúbalBarbosa-Póvoa, Ana Paula **SC4, SC5, TC4,**apovoa@ist.utl.pt**TD4, QA1, QB4**
Centro de Estudos de Gestão, CEG-ISTBarreiros, Artur, **TD1**barreiros@ist.utl.pt

Inst Sup Técnico, Dep de Eng Mecânica

Barreto, Sérgio **TB1**sergio.barreto@isca.ua.pt

ISCA/CIO - Univ de Aveiro

Barrico, Carlos **TB4**cbarrico@inescc.pt

INESC Coimbra e Univ da Beira Interior

Barroso, Ana Paula **SC5, TD4, QB4**apb@fct.unl.ptFac de Ciências e Tecnologia,
Univ Nova LisboaBastos, Fernando **SC1, TA1**fjbastos@fc.ul.ptUniv de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IOBecken, Veronica **TC4**vbecken@ist.utl.ptCentro de Estudos do IST, CEG-IST
Inst Sup TécnicoBelbute, José **TC6**jbelbute@uevora.pt

Univ de Évora, Departamento de Economia

Biondi Neto, Luiz **TA2, TC2, QA2**luizbiondi@terra.com.brPós-Graduação em Engenharia Civil - PGE CIV
Univ do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FENBirbil, Ilker **TA6**sibirbil@sabanciuniv.eduFaculty of Engineering and Natural Sciences
Sabanci UniversityBorges, Ana Rosa Pereira **TA4**

IO2006 - 12º Congresso da APDIOarborges@isec.pt

INESC Coimbra e

Inst Sup de Engenharia de Coimbra

Borges, José **QA1**joseborges@isa.utl.pt

Inst Sup de Agronomia

Borges, Paulo Jorge Almeida **estudIO**pjaborges@gmail.com

Dep de Estatística e Investigação

Operacional, Fac de Ciências, Univ de Lisboa

Brantes, André **TB5**amgbrantes@gmail.comBárcia, Paulo **TP3**barcia@fe.unl.pt

Univ Nova de Lisboa, Fac de Economia

Brás, Maria Carmo **QA1**mb@mail.fct.unl.pt

Dep de Matemática, Fac de Ciências e

Tecnologia, Univ Nova de Lisboa

Burriga Ramos, Pedro Nuno **estudIO**pburriga@gmail.com

Escola Sup de Tecnologia e Gestão

Inst Politécnico de Beja

Camanho, A.S. **TA2, TD3, QA2**acamanho@fe.up.pt

Fac de Engenharia, Univ do Porto

Cameirão, Aurora J. **SC2**Aurora.Cameirao@pt.bosch.com

Bosch, Blaupunkt Auto-Rádio Portugal Lda

Captivo, Maria Eugénia **SC3, TB1, TC1,**mecaptivo@fc.ul.pt **QA3, QB5**

Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;

Centro IO

Cardoso, Domingos **QA5**dcardoso@mat.ua.pt

Univ de Aveiro

Cardoso, João Barradas **TD1**barradas@ist.utl.pt

Inst Sup Técnico

Dep de Engenharia Mecânica

Carmo, José L.N. **TC2**jlcarmo@ualg.pt

Univ Algarve

Carravilla, Maria Antónia **Tens, TC5**mac@fe.up.pt

FEUP; INESC-Porto

Carvalho, Filipa Duarte **QA3**filipadc@iseg.utl.pt

Inst Sup de Economia e Gestão, Univ Técnica de

Lisboa; CIO - Centro de Inv Operacional - FC/UL

Carvalho, Filipe **estudIO, QA5**filipe.carvalho@widescope.pt

Wide Scope e

Centro de Investigação Operacional

moderadoresCarvalho, Helena **QB4**hmlc@fct.unl.pt

Fac de Ciências e Tecnologia

Univ Nova de Lisboa

Carvalho, Sameiro **TA3, QB4**sameiro@dps.uminho.pt

Univ do Minho - Dep de Produção e Sistemas,

Escola de Engenharia

Casquilho, Miguel **TB6**mcasquilho@ist.utl.pt

Inst Sup Técnico

Catrau, Fernando Diogo S. C. **estudIO**fcatrau@netcabo.pt

Escola Sup de Tecnologia e Gestão

Inst Politécnico de Beja

Cavique, Luís **TA5**lcavique@escs.ipl.pt

ESCS- Inst Politécnico Lisboa

Chaves, José Manuel Carvalho **TD2**jose.manuel.chaves@sapo.pt

Inst da Segurança Social - ISLA de Leiria

Chibeles Martins, Nelson **SC4, TA5, TC4,**npm@fct.unl.pt **QB2**

Dep. de Matemática e Centro de Matemática

e Aplicações - FCT - UNL

Claro, João **QB2**jclaro@inescporto.pt

INESC Porto / FEUP

Clímaco, João Carlos Namorado **SC3, TB3,**jclimaco@inescc.pt**TD2, QA3**

FEUC & INESC Coimbra

Colaço, Susana **TEns**susana.colaco@eses.pt

Escola Sup de Educação

Inst Politécnico de Santarém

Constantino, Miguel **QA1**miguel.constantino@fc.ul.pt

Centro de Investigação Operacional

Fac de Ciências, Univ de Lisboa

Correia, Isabel **TC1, QA6**isc@fct.unl.pt

Dep Matemática - Centro de Matemática e

Aplicações, Fac Ciências e Tecnologia, Univ

Nova de Lisboa

Corte-Real, Margarida **SC3**margarida.cortereal@crb.ucp.pt

Univ Católica Portuguesa

Cortinhal, Maria João **TC1**mssc@iscte.pt

ISCTE, Escola de Gestão;

Centro de Investigação Operacional

Costa, Anabela **TC6**anabela.costa@iscte.pt

ISCTE / Centro IO

Costa, João Paulo **QA4**

jpaulo@fe.uc.pt

Fac de Economia da Univ de Coimbra e
INESC Coimbra

Costa, José Miguel Félix **estudio**

josemiguelcosta@netcabo.pt

Dep Estatística e Investigação Operacional,
Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Costa, Lino **QA4, QB2**

lac@dps.uminho.pt

Dep de Produção e Sistemas, Escola de
Engenharia, Univ do Minho

Costa, Maria Teresa **QB6**

mco@isep.ipp.pt

Costa, Marta Pires **SC4**

martapcosta@gmail.com

FCT - UNL

Costa, Ruy **TENS**

rcosta@fct.unl.pt

Dep. Matemática - FCT-UNL

Coutinho, João **TB4**

coutinho@dec.uc.pt

Dep. Eng. Civil FCTUC;
INESC - Núcleo de Coimbra

Couto, Amália **TB5**

amalia_couto@hotmail.com

Dep de Matemática Aplicada FCUP

Couto, Nuno **estudio**

ncouto@sapo.pt

Dep de Estatística e Investigação
Operacional, Fac de Ciências da Univ de
Lisboa

Cruz Machado, V. **QB4**

vcm@fct.unl.pt

Fac de Ciências e Tecnologia, Univ Nova de
Lisboa

Danziger, Bernadete Ragoni **TC2**

brdanzig@uerj.br

Pós-Graduação em Engenharia Civil - PGECIV
Univ do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FEN

Deus, Rui **estudio, SC2, TA1, TD1**

goncalves.deus@marinha.pt

Divisão de Estatística e Inv Operacional,
Direcção de Análise e Gestão da Informação,
Marinha, Ministério de Defesa Nacional

Dias, Luis **TA3, QB3**

LDias@inescc.pt

INESC Coimbra e
Fac de Economia da Univ de Coimbra

Dionisio, Andreia Margarida R. T. **estudio**

andrea_r_d@hotmail.com

Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Duarte, António **TD5**

aduarte@ipb.pt

Inst Politécnico de Bragança

Duarte Nogueira, Leandra **estudio**

leandra.nogueira@clix.pt

Dep Estatística e Investigação Operacional,
Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Duhamel, Christophe **TB3**

christophe.duhamel@isima.fr

LIMOS

Duque, Joaquim **SC5**

joaquim.duque@ineti.pt

Dep de Modelação e Simulação , Inst Nacional
de Engenharia Tecnologia e Inovação, I.P.

Farias, Tiago **TD2**

tiago.farias@ist.utl.pt

Ferreira, Carlos **TB1**

carlosf@egi.ua.pt

DEGEL/CIO - Univ de Aveiro

Ferreira, Eugénio **SC1**

ecferreira@deb.uminho.pt

Centro de Engenharia Biológica
Univ do Minho

Ferreira, Fernanda A. **TB6**

fernandaamelia@eseig.ipp.pt

ESEIG - Inst Politecnico do Porto

Ferreira, Flavio **TB6**

flavioferreira@eseig.ipp.pt

ESEIG - Inst Politecnico do Porto

Ferreira, Hugo **QB5**

son_sailer@hotmail.com

Dep de Matemática Aplicada FCUP

Ferreira, José Antunes **TA3, QB3**

antunes.ferreira@cised.pt

Ferrão, Paulo **TA6**

ferrao@dem.ist.utl.pt

Dep de Engenharia Mecânica
Inst Sup Técnico

Fialho, João **QB4**

joao.fialho@clc.pt

Companhia Logística de Combustíveis, S.A.

Fidalgo Pinheiro, Ana Margarida **estudio**

guidinha@portugalmail.pt

Univ do Minho, Dep. de Produção e Sistemas

Figueira, José Rui **TC3**

figueira@ist.utl.pt

CEG-IST, Center for Management Studies
Inst Sup Técnico

Figueira, Sónia **SC5**

soniamcfc@yahoo.com.br

Figueiredo, Isabel **QA4**

isabelf@mat.uc.pt

Dep de Matemática, Fac de Ciências e
Tecnologia, Univ de Coimbra

IO2006 - 12º Congresso da APDIO

Fonseca, Carlos M. TA4
cmfonsec@ualg.pt
CSI - Centro de Sistemas Inteligentes,
Fac de Ciências e Tecnologia, Univ do Algarve

Fonseca, M. Conceição TB1
mdfonseca@fc.ul.pt
Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IO

Fontes, Dalila SC2, TC1
fontes@fep.up.pt
Fac de Economia do Porto, LIACC

Freire de Sousa, Jorge TB5
jfsousa@fe.up.pt
Fac de Engenharia da Univ do Porto

Freitas, César Augusto Leite estudio
cesar_augusto@portugalmail.pt
Univ do Minho, Dep. de Produção e Sistemas

Freitas, Paulo S.A. TC2
paulo@uma.pt
U.Madeira

Frenk, Hans TA6
frenk@few.eur.nl
Erasmus Econometrics Institute, Erasmus
University Rotterdam

Funk, Günther Matthias A. TA5
mfunk@notes.uac.pt
Univ dos Açores, Dep de Matemática

Funk, Mª Gabriela C.B. TA5
funk@notes.uac.pt
Univ dos Açores
Dep de Línguas e Literaturas Modernas

Gaboleiro, Mª Conceição TD4, QB2
saogaboleiro@netcabo.pt
Fac de Ciências e Tecnologia
Univ Nova de Lisboa

Gaspar, Miguel TD2
mbgaspar@cripsul.ipimar.pt
Inst Nacional de Inv Agrária e das Pescas
(IPIMAR), Centro Regional de Inv Pesqueira do
Sul (CRIPSul)

Gaston, Kevin J. SC3
k.j.gaston@sheffield.ac.uk
Biodiversity and Macroecology Group,
Department of Animal and Plant Sciences,
University of Sheffield

Geraldes, Carla Alexandra Soares QB4
carlag@ipb.pt
Escola Sup de Tecnologia e Gestão, Inst
Politécnico de Bragança

Gomes, António Miguel TEEns, QB6
agomes@fe.up.pt
Univ do Porto, FEUP - INESC Porto

Gomes, Eliane Gonçalves TA2, TB2, TC3,
eliane.gomes@embrapa.br QA2
Embrapa

moderadores

Gomes da Silva, Carlos TB3
cgsilva@estg.ipleiria.pt
Escola Sup de Tecnologia e Gestão de Leiria e
INESC-Coimbra

Gonçalves, José Fernando QB5
jfgoncal@fep.up.pt
Fac de Economia da Univ do Porto

Gouveia, Luís SC3, TB3, TC1, QA6
legouveia@fc.ul.pt
Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IO -FC/UL

Greco, Salvatore TC3
salgreco@unict.it
Faculty of Economics, Universito of Catania

Gromicho, Joaquim estudio, TA6
jgromicho@ortec.nl
Vrije Universiteit Amsterdam & ORTEC bv

Guedes, Maria do Carmo TB5, QB5
mmguedes@fc.up.pt
Dep de Matemática Aplicada FCUP

Guerra, Liliana TC4
lilianaguerra@portugalmail.pt
MAEG, Inst Sup Economia e Gestão
Univ Técnica de Lisboa

Guimarães, R.C. TA2
rcguimar@cotec.pt
Fac de Engenharia, Univ do Porto

Inácio, Maria João C. A. estudio
mjantunes@ipt.pt
Escola Sup de Tecnologia de Abrantes

Júdice, Joaquim SC1, TC1, QA1
joaquim.judice@co.it.pt
Dep de Matemática, Univ de Coimbra

Jorge, Alípio TB5
amjorge@liacc.up.pt
Fac de Economia da Univ do Porto, LIACC

Jorge, Helder QA5
helder@couroazul.pt
Couro Azul S.A.

Justino, João Oliveira estudio
jojustino@gmail.com
Dep de Estatística e InvOperacional,
Fac de Ciências, Univ de Lisboa

Kravchenko, Viktor TA1
vkravch@ualg.pt
Dep de Matemática - FCT - Univ do Algarve

Lacomme, Philippe SC4
placomme@isima.fr
Université Blaise Pascal - LIMOS, França

Leal, Rogério QA4
rogerio.leal@dem.uc.pt
Dep de Engenharia de Mecânica,
Univ de Coimbra

Lopes, Carla TD3

ctl@estsp.ipp.pt

Escola Sup de Tecnologia de Saúde do Porto
IPP

Lopes, Manuel TD5

mpl@isep.ipp.pt

Inst Sup de Engenharia do Porto

Lopes, Rui Borges TB1

ruiborges@egi.ua.pt

DEGEI - Univ de Aveiro

Lourenço, Helena Ramalhinho SC6

helena.ramalhinho@upf.es

Grup de Recerca en Logística Empresarial
Univ Pompeu Fabra, Barcelona, Espanha

Lourenço, Lídia Lampreia TD5

lll@fct.unl.pt

FCT/UNL

López, Ramiro Sánchez QB3

Ramiro.lopez@tagus.ist.utl.pt

Inst Sup Técnico
Univ Técnica de Lisboa

Luz, Carlos TA6

cluz@est.ips.pt

Escola Sup de Tecnologia de Setúbal
Inst Politécnico de Setúbal

Macedo, Rita Alexandra S. G. estudio

ritagmacedo@yahoo.com

Univ do Minho

Machado, Virgínia Helena TD4, QB4

vhm@fct.unl.pt

Fac de Ciências e Tecnologia,
Univ Nova de Lisboa

Maia Graça, Pedro TD1

pedro.omg@netcabo.pt

Univ Católica Portuguesa

Mangabeira, João Alfredo de C. TC3

manga@cnpemembrapa.br

Embrapa Monitoramento por Satélite

Marques, Inês QA3

ines.marques@fc.ul.pt

Univ de Lisboa, Fac de Ciências;
Centro de Investigação Operacional

Marques, Rui Cunha TA2, TB2, TD3

rcmar@civil.ist.utl.pt

CESUR, DECivil, Inst Sup Técnico

Marques, Teresa TC5

tmarques@fe.up.pt

Martinho, Mário estudio

fredmartinho@gmail.com

Dep de Estatística e Investigação
Operacional, Facde Ciências, Univ de Lisboa

Martins, Isabel QA1

isabelinha@isa.utl.pt

Inst Sup Agronomia;

Centro de Investigação Operacional, FC/UL

Martins, João SC2, TD1, TD3

maia.martins@marinha.pt

Divisão de Estatística e Inv Operacional,
Direcção de Análise e Gestão da Informação,
Marinha, Ministério de Defesa Nacional

Martins, Pedro TB3, TC1, QA3

pedrocm@mail.telepac.pt

Inst Sup de Contabilidade e Administração de
Coimbra, Inst Politécnico de Coimbra

Mateus, Ricardo TA3

ricardo.mateus@sapo.pt

Matos, Ana Cristina B. R. SC4

amatos@mat.estv.ipv.pt

Escola Sup de Tecnologia de Viseu
Inst Politécnico de Viseu

Matos, Henrique TC4, QB4

henrimatos@ist.utl.pt

DEQB IST

Matos, Manuel Plenária 2, TD3

mmatos@inescporto.pt

INESC Porto & FEUP

Matos, Rui QA5

ruimatos@ancarvalho.pt

Couro Azul S.A.

Mendes, Armando B. TA5

amendes@notes.uac.pt

CEEAPLA e
Univ dos Açores, Dep de Matemática

Mendes, Jorge José Magalhães QB5

jjm@isep.ipp.pt

Inst Politécnico do Porto
Inst Sup de Engenharia

Mendes Moreira, João TB5

jmoreira@fe.up.pt

Fac de Engenharia da Univ do Porto

Mesquita, Marta SC6

marta@math.isa.utl.pt

Inst Sup de Agronomia, Dep de Matemática,
Centro de Investigação Operacional

Mestre, Ana QA1

anamestre@mail.ist.utl.pt

Centro de Estudos de Gestão, CEG-IST

Meza, Lidia Angulo TA2, TD2, QA2

lidia@metal.eeimvr.uff.br

Dep de Ciência dos Materiais
Univ Federal Fluminense

Miranda, João Luís TB6

jlmiranda@estgp.pt

Escola Sup de Tecnologia e Gestão
IPPortalegre

Monteiro, António estudio, SC2, TD1

silva.monteiro@marinha.pt

IO2006 - 12º Congresso da APDIO

Divisão de Estatística e Inv Operacional,
Direcção de Análise e Gestão da Informação,
Marinha, Ministério de Defesa Nacional

Monteiro, Elisabete **TB4**

emonteiro@ipg.pt

Esc. Sup. Tecn. Gestão Inst Politécnico da
Guarda / INESC - Núcleo de Coimbra

Monteiro, Marta **TC1**

martam@mct.uminho.pt

Univ do Minho / DMCT, LIACC

Monteiro, M. Teresa **TA1**

tm@dps.uminho.pt

Dep de Produção e Sistemas - Escola de
Engenharia - Univ do Minho

Moreira, Maria Rosário **SC5**

mrosario@fep.up.pt

Fac de Economia do Porto

Moreira, Nuno **TB5, TD1**

nmoreira@mail.ist.utl.pt

Inst Sup Técnico

Mota, Alzira **SC1**

atm@isep.ipp.pt

Dep de Matemática,
Inst Sup de Engenharia do Porto

Moura, Pedro **TB3**

pmmoura@fc.ul.pt

Centro de Investigação Operacional

Mourão, Maria Cândida **SC4**

cmourao@iseg.utl.pt

Inst Sup de Economia e Geatão - UTL;
Centro IO - FC/UL

Moz, Margarida **SC6, TC4**

mmoz@iseg.utl.pt

Inst Sup de Economia e Geatão - UTL,
Centro IO - FC/UL

Negas, Elsa **QB5**

elsa.negas@lis.ulusiada.pt

Univ Lusíada, Fac de Ciências da Economia e
da Empresa

Novais, Augusto Q. **SC5, TC4**

augusto.novais@ineti.pt

Dep de Modelação e Simulação, Inst Nacional
de Engenharia Tecnologia e Inovação, I.P.

Nunes, Ana Catarina **SC4**

catarina.nunes@iscte.pt

ISCTE - Business School;
Centro IO - FC/UL

Nunes, Isabel Lopes **TC3**

inn@fct.unl.pt

Univ Nova de Lisboa
Fac de Ciências e Tecnologia

Nunes, Sérgio **TD3**

sergio.nunes@fe.up.pt

FEUP - Fac de Engenharia U.P.

moderadores

Oliveira, Amália **TD1**

amalia.luisa.oliveira@marinha.pt

Divisão de Estatística e Inv Operacional,
Direcção de Análise e Gestão de Informação,
Marinha, Ministério de Defesa Nacional

Oliveira, Carla **QA4**

coliv@inescc.pt

INESC - Coimbra

Oliveira, José **TD5**

zan@dps.uminho.pt

Univ do Minho

Oliveira, José Fernando **TEns, TC5, QA6,
QB6**

Univ do Porto, FEUP / INESC Porto

Oliveira, Manuela **TD2**

moliveira@ipimar.pt

Inst Nacional de Investigação Agrária e das
Pescas (IPIMAR)

Oliveira, Mónica **QA1**

monica.oliveira@tagus.ist.utl.pt

Centro de Estudos de Gestão, CEG-IST

Oliveira, Pedro **QA4**

pno@dps.uminho.pt

Departamento de Produção e Sistemas
Universidade do Minho

Oliveira, Pedro **SC4**

pmm_oliveira@hotmail.com

Centro de Estudos de Gestão, CEG-IST

Oliveira, Rui Carvalho **SC4**

roliv@ist.utl.pt

CESUR/DEC - Inst Sup Técnico

Oliveira de Souza, Patrícia **QA2**

patuff@click21.com.br

Univ Federal Fluminense

Orestes Cerdeira, Jorge **SC3, QA5, QB1**

orestes@isa.utl.pt

Unidade de Matemática Aplicada, Dep de
Matemática, Inst Sup de Agronomia

Osório, André Gonçalo Freitas **estudio**

andregosorio@sapo.pt

Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Pacheco, Joel Ricardo Sanches **estudio**

pacheco@fe.up.pt

FEUP - Fac de Engenharia da Univ do Porto

Paias, Ana **SC6**

ampaia@fc.ul.pt

Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IO - FC/UL

Paquete, Luis **TA4**

lpaquete@ualg.pt

Fac de Economia, CSI - Centro de Sistemas
Inteligentes, Univ do Algarve

Pascoal, Marta **SC3**

marta@mat.uc.pt

IO2006 - 12º Congresso da APDIO

Dep de Matemática e Inst de Engenharia de
Sistemas e Computadores - Coimbra

Patrício, Pedro SC3

pedrofp@mat.ubi.pt

Dep de Matemática, Univ da Beira Interior;
Centro de Investigação Operacional - FC/UL

Pedroso, João Pedro estudoIO

jpp@fc.up.pt

INESC Porto &

DCC - Fac de Ciências da Univ do Porto

Pereira, Ana Sofia estudioIO, QA5

ana.pereira@widescope.pt

Wide Scope e

Centro de Investigação Operacional - FC/UL

Pereira, Andreia Marisa Penso estudioIO

andreia_penso@yahoo.com

Univ do Minho

Pereira, Guilherme QB4

gui@dps.uminho.pt

Univ do Minho, Escola de Engenharia

Pereira, Teresa TA3

teresapereira@eseig.ipp.pt

Escola Sup de Estudos Industriais e de Gestão
ESEIG-IPP

Pimentel, Carina SC5

carina@dps.uminho.pt

Centro Algoritmi, Univ do Minho

Pinela, Ana TB2

anapanela@cesur.civil.ist.utl.pt

CESUR, DECivil, Intituto Sup Técnico

Pinho de Sousa, Jorge TD4, QB2

jsousa@inescporto.pt

INESC Porto, Univ do Porto

Pinto, Alberto TB6

aapinto@fc.up.pt

Fac de Ciências da Univ do Porto

Pinto, L. Santiago SC3

lpinto@iseg.utl.pt

Inst. Sup, Economia e Gestão, UTL;
CEMAPRE

Pinto, Tânia Rute TC4

tania.pinto@ineti.pt

INETI - Dep de Modelação e Simulação

Pinto Ferreira, Maria Eduarda QA6

epf@isep.ipp.pt

Inst Sup de Engenharia

Pinto Paixão, José SC6, TC6, TD2

pinto.paixao@sa.fc.ul.pt

Univ de Lisboa, Fac de Ciências;

Centro IO - FC/UL

Pires, Marília TA1

mpires@ualg.pt

Dep de Matemática - FCT - Univ do Algarve

moderadores

Pires da Rosa, Maria João TD3

mjoao@egi.ua.pt

Univ de Aveiro

Plakhov, Alexander TA4

plakhov@mat.ua.pt

Dep de Matemática da Universidade de Aveiro

Portela, António Gouvêa TB6

apdio@civil.ist.utl.pt

Portela, Conceição TD3, QA2

csilva@porto.ucp.pt

Fac de Economia e Gestão,

Univ Católica Portuguesa, Porto

Portugal, Rita SC6

rita.portugal@icat.fc.ul.pt

ICAT - Fac de Ciências (FCUL), Univ de

Lisboa, Portugal; Centro IO - FC/UL

Prins, Christian SC4

prins@utt.fr

Université de Technologie de Troyes,

Institut Charles Delaunay, França

Quinhones Levy, João TB2

jglevy@cesur.civil.ist.utl.pt

CESUR, DECivil, Intituto Sup Técnico

Ramada, Vilma SC2

vilma.cristina.ramada@marinha.pt

Ramalhete, Manuel TC5

manuel.ramalhete@galpenergia.com

Galp Energia; ISEG-UTL

Raposo, Jacinto TC6

jraposo@notes.uac.pt

Univ dos Açores / Caixa Geral de Depósitos

Regal Teixeira, Miguel estudioIO

miguel.regal@fe.up.pt

FEUP - Fac de Engenharia da Univ do Porto

Rego, Nazaré TD4

nazare@eeg.uminho.pt

Escola de Economia e Gestão, Univ do Minho

Relvas, Susana QB4

susanaicr@ist.utl.pt

Dep de Engenharia Química e Ambiente,

Inst Sup Técnico

Respício, Ana Luísa SC6

respicio@di.fc.ul.pt

Centro de IO, Fac de Ciências da UL

Ribeiro, Isabel SC1, QA1

iribeiro@fe.up.pt

Univ do Porto, Portugal

Ribeiro, José Manuel SC2

jose.baranda@dem.uc.pt

Dep de Engenharia Mecânica - FCTUC

Ribeiro, Rita A. TD1

rar@uninova.pt

IO2006 - 12º Congresso da APDIO
UNINOVA- Inst Novas Tecnologias

Rinnooy Kan, Alexander **Plenária 1**
i.weimar@ser.nl
Social and Economic Council (SER)

Rocha, Clara **TA3**
clara_pr@portugalmail.pt
INESC Coimbra e Escola Sup de Tecnologia da
Saúde de Coimbra

Rocha, Eugénio **QA5**
eugenio@mat.ua.pt
Univ de Aveiro

Rodrigues, António J.L. **TA6, TC2**
ajrodrigues@fc.ul.pt
Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IO - FC/UL

Rodrigues, Cecília **TD3**
cecilia.margarida.rodrigues@marinha.pt

Rodrigues Dias, J. **QA5**
jrd@uevora.pt
Univ de Évora

Rosa, Silvério **SC1**
rosa@mat.ubi.pt
Dep de Matemática, Univ da Beira Interior

Roy, Bernard **TC3**
roy@lamsade.dauphine.fr
Université Paris-Dauphine, LAMSADE

Saldanha da Gama, Francisco **estudio, TB1,**
fsgama@fc.ul.pt **TC1, QA6,**
Univ de Lisboa, Fac de Ciências, DEIO;
Centro IO - FC/UL

Santos, Eulália Maria Mota **estudio**
eulalia.santos@clix.pt
Univ de Aveiro

Santos, José Manuel **QA4**
jmgaspar@ci.uc.pt
Inst Nacional de Medicina Legal e
Fac de Economia da Univ de Coimbra

Santos, Luís **TB4**
lsantos@dec.uc.pt
Inst Sup Bissaya Barreto;
INESC - Núcleo de Coimbra

Santos Silva, Alexandre Miguel **estudio**
alexandreSsilva@gmail.com
Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Sarabando, Paula **QB3**
paula_sarabando@hotmail.com
INESC Coimbra e
Escola Sup de Tecnologia de Viseu

Sarrico, Cláudia S. **TD3**
c.s.sarrico@csjp.ua.pt
Univ de Aveiro

Schutz, Gabriela **QA3**

moderadores

gschutz@ualg.pt
Escola Sup de Tecnologia, Univ do Algarve

Sebe, Pedro Braga da C. R. **estudio**
pedrosebe@sapo.pt
Univ do Minho, Dep. de Produção e Sistemas

Serrado, Hugo Gonçalves **estudio**
hugoserrado@gmail.com
DCC - Fac de Ciências da Univ do Porto

Serrão, Amílcar **TC6**
aserrao@uevora.pt
Universiade de Évora

Sieira, Ana Cristina Castro F. **TC2**
anacristinacastro@hotmail.com
Pós-Graduação em Engenharia Civil - PGECIV
Univ do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FEN

Silva, Cristóvão **SC2**
crystovao@gestao.dem.uc.pt
Dep de Engenharia Mecânica - FCTUC

Silva, Duarte **TA2, TD3**
dnsilva@rave.pt
RAVE

Silva, Francisco **TC6**
fsilva@notes.uac.pt
Univ dos Açores

Silva, José Guilherme Santos **TC2**
jgss@webmail.uerj.br
Pós-Graduação em Engenharia Civil - PGECIV,
Uiv do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FEN

Silva, Margarida **TB1**
margarida.silva@portugalmail.com
CIO-DEIO, Fac de Ciências da Univ de Lisboa

Silva, Sónia **estudio**
soniacmsilva@portugalmail.pt
Dep de Estatística e Inv Operacional, Fac de
Ciências da Univ de Lisboa

Silva, Sónia Isabel Ferreira **estudio**
sonia.ifs@gmail.com
Dep de Estatística e Investigação
Operacional, Fac de Ciências, Univ de Lisboa

Silvestre, Paula **estudio**
silvestre_paula@hotmail.com
Dep de Estatística e Investigação
Operacional, Fac de Ciências, Univ de Lisboa

Simaria, Ana Sofia **TC5**
simaria@egi.ua.pt
Dep de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial - Univ de Aveiro

Simões-Marques, Mário **TC3**
arques@netcabo.pt
Ministério da Defesa Nacional

Smirnov, Gueorgui **TB5, QB5**
gsmirnov@fc.up.pt
Dep de Matemática Aplicada FCUP

IO2006 - 12º Congresso da APDIO**moderadores**Soares, Aldina **TA6**asoares@est.ips.ptEscola Sup de Tecnologia de Setúbal,
Inst Politécnico de SetúbalSoares, Carlos **SC2, TB5**csoares@liacc.up.pt

Fac de Economia da Univ do Porto, LIACC

Soares de Mello, João Carlos **TA2, TB2,**jcsmello@yahoo.com.br**TC3, TD2, QA2**

Univ Federal Fluminense

Sousa, Amaro **SC3**asou@det.ua.pt

Inst de Telecomunicações; Univ de Aveiro

Sousa Santos, Beatriz **TB1**bss@det.ua.pt

DETI/IEETA - Univ de Aveiro

Souza, Fernando Menezes Campello **TB4**fmcs@hotmail.com.br

Univ Federal de Pernambuco

Souza, Maurício **TB3, QA3**mauricio@dep.ufmg.brDep. de Eng. de Produção - Univ Federal de
Minas Gerais - BrasilSpínola, Ricardo Ribeiro **QB3**ricardo.spinola@cised.ptTaborda, Sofia **TD2**sofia.taborda@ist.utl.ptTeiga, Eduardo **TC5**eduardo.teiga@cuf-qi.ptTeixeira, Ana Paula **SC1**ateixeir@utad.ptTeixeira, João **TC1**jtex@dec.uc.pt

Dep de Engenharia Civil, Univ de Coimbra

Tralhão, Lino **TB4**linotralhao@netcabo.pt

INESC - Núcleo de Coimbra

Valadares Tavares, Luís **TD1**lavt@civil.ist.utl.ptInstituto Nacional de Administração;
Inst Sup TécnicoValente, Jorge **TD5**jvalente@fep.up.ptFac de Economia - LIACC/NIADD,
Univ do PortoValério de Carvalho, José **SC5, TD5, QA6,**vc@dps.uminho.pt**QB1**

Univ do Minho

Vaz, C.B. **TA2, QA2**clvaz@ipb.ptEscola Sup de Tecnologia e de Gestão,
Inst Politécnico de BragançaVaz, Ismael **SC1**aivaz@dps.uminho.pt

Dep de Produção e Sistemas, Univ do Minho

Vaz Pato, Margarida **SC6, TEns, TD5**mpato@iseg.utl.ptInst Sup de Economia e Geatão - UTL;
Centro IO - FC/ULVicente, Rui **SC2**vicente1143@hotmail.comViegas, José Manuel **Plenária 4**viegas@ist.utl.pt

CESUR - Inst Sup Técnico

Vilarinho, Pedro Manuel **TC5**pvil@egi.ua.ptDep de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial - Univ de AveiroVilhena, Lúcia de Jesus Hermosilha **estudio**lucia.vilhena@gmail.comEscola Sup de Tecnologia e Gestão do Inst
Politécnico de BejaXambre, Ana Raquel **TC5**raquelx@egi.ua.ptDep de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial - Univ de AveiroXufre Casqueiro, Patrícia **TA6**pxufre@fe.unl.pt

FEUNL

Xufre Silva, Gonçalo **TC2**goncalo@dem.isel.ipl.pt

ISEL

Zanella de Sá, Michele **TC5**a23699@alunos.egi.ua.ptDep de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial - Univ de AveiroZhang, Shuzhong **TA6**zhang@se.cuhk.edu.hkDep of Systems Engineering and Engineering
Management, Chinese Univ of Hong Kong