

# BOLETIM APDIO 42

1º Semestre de 2010

Editores:  
Ana Camanho  
Bernardo Almada-Lobo

Apdio

## EDITORIAL

Após um intervalo de 5 anos desde a última edição do Boletim da APDIO, é com enorme prazer que iniciamos uma nova série do boletim da nossa sociedade de Investigação Operacional. Refizemos a estrutura do Boletim com o objectivo de dar a conhecer aos sócios, individuais e colectivos, as iniciativas que a APDIO e os seus membros promovem. Pretendemos também despertar o interesse das gerações mais novas por esta área científica e alertar o meio empresarial para a relevância da IO nas organizações. A distribuição deste boletim coincide com um momento particularmente intenso da história da APDIO, que demonstra bem a força, o empenho e o reconhecimento científico a nível internacional da comunidade Portuguesa de Investigação Operacional, que permitiu organizar o EURO XXIV em Portugal.

Neste número o leitor encontrará uma secção com as notícias dos eventos organizados pela APDIO, contextualizados por um artigo do seu presidente, Joaquim Júdice, onde são descritos os objectivos e desafios da actual direcção. Segue-se o "Artigo de Opinião" do Luís Valadares Tavares, que nos relembra a história da associação e perspectiva os desafios para a IO nos próximos anos. A secção "Técnicas de IO" traz-nos o modelo inspirador do Instituto Superior Técnico para a avaliação de desempenho dos docentes do Ensino Superior. Segue-se a "Entrevista" com Carlos Moreira da Silva, que reflecte sobre a forma como a IO se integra nos paradigmas de gestão actuais das empresas. Na secção "A IO em Acção", dedicada neste número à área de Transportes, o Jorge Freire de Sousa descreve o impacto da IO na Sociedade Transportes Colectivos do Porto. Segue-se a "IO em Portugal", na qual se apresentam as unidades de I&D associadas à IO na Universidade do Minho. Finalmente, damos também a conhecer projectos de investigação em curso financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, bem como doutoramentos recentemente concluídos. Contamos manter a estrutura deste boletim nas próximas edições, com uma periodicidade bi-anual.

Apelamos aos associados da APDIO, ou a todos os que de alguma forma se sintam atraídos pela Investigação Operacional, que contribuam activamente com o envio para o endereço [boletim.apdio@fe.up.pt](mailto:boletim.apdio@fe.up.pt) de notícias ou sugestão de assuntos que gostariam de ver incluídos no boletim, para que este se venha a tornar efectivamente um veículo de comunicação activo da nossa sociedade.

Ana Camanho  
Bernardo Almada-Lobo

03

### ARTIGO DE OPINIÃO

Investigação Operacional em  
Portugal: Os Próximos Anos.  
*L. Valadares Tavares*

04

### TÉCNICAS DE IO

Faculty Evaluation using Multicriteria  
Value Measurement  
*Carlos A. Bana e Costa, Paulo A. F. Martins,  
Mónica D. Oliveira, Amílcar Semadas,  
Carlos A. Mota Soares*

07

### ENTREVISTA

*Carlos Moreira da Silva*

08

### IO EM ACÇÃO

A IO na STCP, uma História de Sucesso  
*Jorge Freire de Sousa*

10

### IO EM PORTUGAL

CENTRO ALGORITMI,  
UNIVERSIDADE DO MINHO  
Nonlinear Systems Optimization and  
Statistics Research Group  
Systems Engineering, Optimization and  
Operations Research Group

# NOTA DO PRESIDENTE DA APDIO

A Associação Portuguesa para o Desenvolvimento da Investigação Operacional (APDIO) é uma associação científica, sem fins lucrativos, de âmbito nacional, com mais de 500 sócios individuais e colectivos, que se tem pautado pelo dinamismo e qualidade das suas iniciativas. Fundada em 1978, tem vindo desde essa data a contribuir para o desenvolvimento da comunidade científica e profissional da Investigação Operacional (IO). Entre as várias actividades da APDIO ao longo dos anos, saliente-se a organização bienal de congressos nacionais e o apoio a vários encontros internacionais, tais como os da sociedade europeia de IO (EURO) e as prestigiadas conferências Optimization, de realização trienal. Neste âmbito, há a realçar a organização em Portugal, no próximo mês de Julho, do congresso EURO XXIV, cujo programa incluirá mais de 2000 comunicações de investigadores de todo o mundo.

A actual Comissão Directiva da APDIO iniciou as suas funções em Janeiro de 2010 para um mandato de dois anos e tem prevista a organização de várias iniciativas, algumas já apresentadas e outras a anunciar brevemente na sua página Web <http://www.apdio.pt>. Como Presidente da APDIO, é com grande satisfação que escrevo esta pequena nota na reedição do Boletim da APDIO após vários anos de paragem. O Boletim é um dos melhores meios de comunicação com os nossos sócios, que não só terão a oportunidade de o receber semestralmente mas também de para ele contribuir. A página Web da APDIO está actualizada e contém informação muito importante para os nossos sócios. Realcem-se a esse respeito as secções "Notícias dos Sócios" e "Lista Electrónica de Discussão", lugares privilegiados para a difusão de notícias, comentários e sugestões dos sócios individuais e das actividades que os sócios colectivos vão realizando.

Os sócios terão também a oportunidade de participar com preços mais acessíveis nas várias conferências que a Direcção da APDIO vai organizando e apoiando. É com o maior gosto que posso anunciar a realização ainda em 2010 das primeiras edições das

séries de conferências "Workshops IO nas Empresas" e "Workshops IO na Engenharia", que pretendem juntar investigadores e utilizadores da IO durante um dia para discutir temas de interesse das empresas e da engenharia, respectivamente. Também se realizará durante este ano a primeira sessão dos "Cursos em Optimização", em que investigadores em Optimização de renome mundial são convidados a leccionar um curso numa área da Optimização e suas aplicações. Ainda em 2010 realizar-se-á a "Workshop IO: Que Desafios em 2010-2020?", que será certamente um importante fórum para académicos da IO e empresários discutirem o presente e futuro da IO e da APDIO em Portugal. Essas actividades só serão possíveis devido à colaboração de alguns reputados sócios da nossa sociedade, aos quais muito agradeço. É também importante realçar que a maioria dessas iniciativas é organizada conjuntamente com alguns dos nossos Sócios Colectivos.

Esta vontade em colaborar com os sócios individuais e colectivos será a ideia mais forte do nosso mandato. Estamos conscientes de que a APDIO pertence aos seus sócios que depositam em nós a confiança de a tornar numa Associação que esteja na linha da frente em relação à investigação, ensino e utilização da IO nas empresas. O nosso esforço nesse sentido só terá sucesso se os sócios continuarem a responder afirmativamente às nossas solicitações para a organização de iniciativas interessantes e inovadoras e a contribuir com as suas ideias e sugestões para o desenvolvimento da IO em Portugal através do Boletim e da nossa página Web. Com essa ajuda e a grande motivação de todos os membros da Direcção em servir a APDIO iremos certamente conseguir os nossos objectivos.

Joaquim João Júdice

## EVENTOS ORGANIZADOS PELA APDIO

### Workshop em Optimização de Transportes

26 de Novembro 2010

Hotel Quinta das Lágrimas, Coimbra  
[www.ccc.ipt.pt/~apdio/Transportes](http://www.ccc.ipt.pt/~apdio/Transportes)

### Curso em Optimização Global

19 de Novembro 2010

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
[www.fct.unl.pt/global-optimization-course](http://www.fct.unl.pt/global-optimization-course)

### Workshop Investigação Operacional nas Empresas (IOE) - Sistemas Decisionais: da Teoria à Prática

22 de Outubro 2010

Hotel Quinta das Lágrimas, Coimbra  
[www.ccc.ipt.pt/~apdio/IOE](http://www.ccc.ipt.pt/~apdio/IOE)

### Workshop IO: Que Desafios para 2010-2020?

16 de Outubro 2010

Hotel Quinta das Lágrimas, Coimbra  
[www.ccc.ipt.pt/~apdio/Desafios](http://www.ccc.ipt.pt/~apdio/Desafios)

## CONGRESSOS APOIADOS PELA APDIO

### Optimization 2011

24 a 27 de Julho 2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa  
[www.fct.unl.pt/optimization2011](http://www.fct.unl.pt/optimization2011)

### Winter School on Network Optimization

17 a 21 de Janeiro 2011

Hotel Sana, Estoril  
<http://netopt2011.fc.ul.pt>

### 2ª Escola Luso-Brasileira de Computação Evolutiva

15 a 18 de Julho 2010

Campus de Azurém, Universidade do Minho, Guimarães  
[www.dep.uminho.pt/escolaeas2010](http://www.dep.uminho.pt/escolaeas2010)

### EURO XXIV - 24th European Conference on Operations Research

11 a 14 de Julho 2010

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
[www.euro2010lisbon.org](http://www.euro2010lisbon.org)

### EURO ORD Workshop on OR for Developing Countries

10 de Julho 2010

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
[www2.ing.puc.cl/~frespo/eurofdv/Lisbonconference/index.html](http://www2.ing.puc.cl/~frespo/eurofdv/Lisbonconference/index.html)

### 8th EUROPT Workshop

09 a 10 de Julho 2010

Universidade de Aveiro  
[www.europt2010.com](http://www.europt2010.com)

### Encontro Nacional da SPM 2010

08 a 10 de Julho 2010

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria  
[www.enspm10.ipleiria.pt](http://www.enspm10.ipleiria.pt)

Para ver outras conferências ligadas à IO que terão lugar durante 2010 e 2011 pode consultar a página da APDIO [www.apdio.pt](http://www.apdio.pt)

# INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL EM PORTUGAL: OS PRÓXIMOS ANOS

L. Valadares Tavares  
 Instituto Superior Técnico  
 Universidade Técnica de Lisboa

## 1. Genética

A Investigação Operacional desenvolveu-se no nosso país a partir dos anos 70 (a APDIO foi fundada em 1978) e é possível agora reconhecer que nasceu bem e cresceu depressa. Nasceu bem porque assumiu muito claramente os seus três principais paradigmas:

- **vocacionada para a resolução de problemas**
- **formulando a realidade segundo a abordagem sistémica**
- **adoptando metodologias interdisciplinares**

rompendo-se assim com a tradição que ainda existia em algumas escolas universitárias identificando a IO com a PL.

Cresceu rapidamente porque se expandiu em bom ritmo abrangendo em poucos anos todo o nosso país, multiplicando-se os especialistas e as unidades dedicadas à IO.

Compreende-se assim o cedo reconhecimento internacional o que também permitiu contribuir para a direcção das associações internacionais (ALIO, IFORS e EURO) e de revistas de referência (EJOR e IFORS).

## 2. Auto-Estima

Como é natural, ao fim de algumas décadas, qualquer organização necessita de reflectir sobre si mesma, a sua missão, o seu futuro, pelo que agradeço o convite que me foi dirigido pelo seu muito ilustre presidente, Professor Joaquim João Júdice, para partilhar estas reflexões.

Ora, começando pela própria identidade da comunidade portuguesa de IO e que é representada pela APDIO, creio pressentir que atingiu a maturidade expressa pelos habituais indicadores (cursos, especialistas, teses de doutoramento e mestrado, "papers", projectos, etc.), mas a sua realidade é mal conhecida. A inexistência da revista, o reduzido interesse do seu "site" e a ausência de descrição e valorização dos seus membros contribuem para esta situação que importa corrigir até por também reduzir a sua própria auto-estima.

Exemplo significativo da insuficiente auto-estima é o habitual convite apenas a colegas estrangeiros para conferencistas das sessões dos nossos congressos, facto sem paralelo nas restantes associações, embora, por vezes, com bem menor capital humano de que a APDIO. Na verdade, o défice de auto-estima contribui sempre para a prevalência de culturas paroquiais incompatíveis com os modernos desafios do networking e da globalização. As modernas tecnologias de inquirição e análise on-line permitem facilmente identificar a realidade da APDIO ficando-se a saber o que se faz, quem o faz e para quem o faz.

## 3. Desafios

Os próximos anos vão ser marcados por importantes desafios resultantes das dificuldades vividas por Portugal e também das transformações no Ensino Superior onde se integra a maioria das nossas competências em IO.

Começando pelo ensino superior importa compreender que o acordo de Bolonha veio alterar significativamente as estruturas e a duração dos nossos cursos, aumentando significativamente as percentagens dos alunos que prosseguem programas de 3-4 anos (1º ciclo), programas cujos currículos devem apresentar uma unidade global mesmo para aqueles alunos que continuam a estudar no 2º ciclo, exceptuando-se os raros casos dos mestrados integrados. Esta alteração tende a reduzir a formação em matérias básicas, pelo que, em numerosos cursos, nomeadamente de Gestão e Economia, a presença da IO tem evanescido. Surgem, porém, novas oportunidades, nomeadamente em 2ºs

ciclos abertos a amplos espectros de formação inicial e no domínio da formação profissional e da formação contínua.

No que respeita às dificuldades do país, vive-se um momento de crise de valores éticos, evidenciado pelas redes de casos envolvendo responsáveis importantes, pelo agudizar das tensões sociais alimentadas por mais de 10% de desemprego e pela crónica estagnação económica expressa por uma década com crescimento médio anual do PIB inferior a 2% e sempre (!) abaixo da média comunitária. Creio que todos nós, quer individualmente, quer enquanto APDIO, devemos proceder a um exame de consciência sobre o contributo que podemos dar ao nosso país neste período de enfermidade societal. Proponho que esta seja a temática central para próximas actividades da APDIO.

Sem querer antecipar tal debate, sugiro as linhas seguintes de reflexão:

### A – A IO e a transparência de decisões públicas.

Este é um domínio onde temos 50 anos de resultados, permitindo-me citar desde os trabalhos pioneiros de Keeney e Raiffa dos anos 60 ao serviço da maior transparência das decisões sobre políticas energéticas e ambientais dos EUA aos contributos que venho dando sobre modelação da avaliação de propostas para os mercados públicos, quer no âmbito da EU (Directivas 17 e 18 de 2004), quer no próprio Código dos Contratos Públicos (DL 18/2008).

### B – A IO e o planeamento

As hesitações e os pesados custos perdidos sobre os principais investimentos, o sistemático "esvaziamento" do interior do país (constituindo-se em exemplo oposto ao da aposta no interior para a Educação feito pelo PRODEP no início da década passada que tive o gosto de dirigir) e os índices mediocres de viabilização e rendibilização dos activos nacionais, aconselham a mobilizar muito do conhecimento e dos contributos que a IO sempre tem dado ao planeamento, desde as primeiras aplicações de PL apresentadas por Dantzig na Rand Corporation para otimizar a localização das unidades produtoras, aos múltiplos modelos de Optimização Dinâmica Estocástica para melhor sequenciar os investimentos e aos modelos sistémicos de Forrester visando estudar as dinâmicas urbanísticas.

### C – A IO e a gestão das operações

A generalidade das actividades produtivas portuguesas apresenta índices de qualidade, por vezes superiores aos da concorrência internacional, outras vezes inferiores, mas quase sempre associados a custos superiores, desde os serviços financeiros ou logísticos, à construção ou à produção de muitos bens.

Ora esta desvantagem não resulta de custos salariais mais elevados, mas sim, em boa parte, de deficientes modelos de racionalização, organização, gestão e controle dos projectos, das operações e dos processos produtivos.

A IO, desde a precursora fórmula da encomenda óptima de FW Harris (em 1915) e desde o famoso circo de Blackett, na segunda guerra mundial, desenvolveu vasto espectro de modelos e heurísticas privilegiando esta temática pelo que há que também potenciar este capital acumulado.

Por fim resta-me agradecer ao amigo Joaquim João Júdice por me convidar a poder partilhar esta breve troca de ideias, à mesa de um café, com outros colegas e amigos que, tanto quanto eu, se continuam a identificar com a APDIO.



# FACULTY EVALUATION USING MULTICRITERIA VALUE MEASUREMENT

Carlos A. Bana e Costa, Paulo A. F. Martins,  
Mónica D. Oliveira, Amílcar Sernadas,  
Carlos A. Mota Soares  
Instituto Superior Técnico  
Universidade Técnica de Lisboa

The institutional and legal setting where universities operate has undergone major transformations in recent years. There is a global trend towards increasing social and financial accountability of universities and a general demand for higher transparency and responsibility in decisions related to academic staff performance appraisal. Bringing faculty evaluation systems in line with these changes became a priority in many countries. For example, in Portugal, all universities are presently working on regulations defining the evaluation systems to be applied to all academic staff. The implementation of a faculty evaluation system constitutes a challenge and an opportunity for strategically aligning the activity of the academic staff with the university goals. However, despite a growing interest on performance appraisal of faculty, only a few reported studies propose models that cover the full range of academic activities and models at use are typically based on ad hoc scoring systems that lack theoretical soundness.

This paper proposes an innovative model for faculty evaluation, based on concepts and methods of multiple criteria value measurement with strong theoretical foundations (see for example (von Winterfeldt and Edwards 1986) (Kirkwood 1997)) and capable of addressing the multidimensional nature of the evaluation problem, where different evaluation components need to be taken into consideration, and flexible enough to integrate both quantitative and qualitative dimensions, in line with recommendations and

guidelines on how to build comprehensive faculty evaluation models (Arreola 2007) (National Academy of Engineering 2009). The proposed model was designed, within the legal and institutional context of the Portuguese universities, to be used by Instituto Superior Técnico (IST), an engineering school with 778 faculty members working in a wide variety of scientific domains (ranging from mathematics, physics and chemistry to most branches of engineering, architecture and management).

The model aims at providing answers to key questions not previously addressed in a comprehensive and systematic manner within faculty evaluation literature, namely:

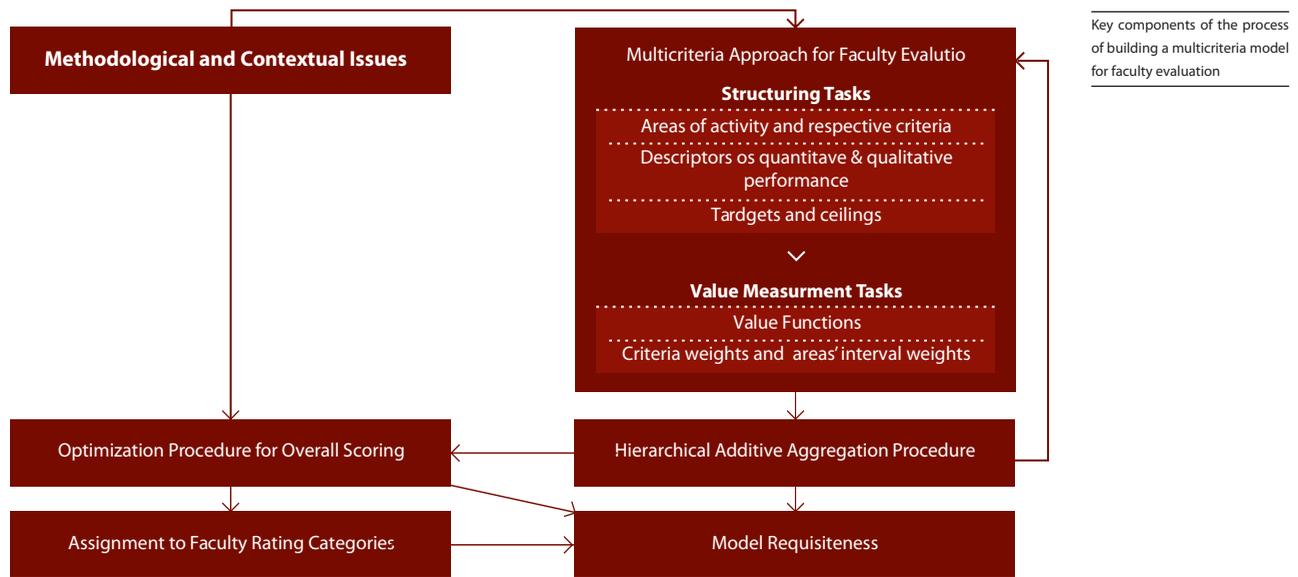
#### When structuring the faculty evaluation model, i.e.:

- How to design a model reflecting the strategic objectives of the school and useful for human resources management?
- How to define a coherent set of evaluation criteria projecting, in the various areas of academic activity (pedagogical, scientific, etc), stakeholders' values and concerns about academic careers and institutional policies?
- How to describe, as objectively and unambiguously as possible, the performance on each one of the criteria, taking into account and adequately integrating its quantitative and qualitative dimensions?
- How to care for specificities of each one of the scientific domains of the school?

#### When modelling the measurement of academics' value within each evaluation criterion and across criteria within each area of evaluation:

- How to convert individual performance into perceived added value to the school?
- How to assign relative weights to the criteria adequately reflecting value trade-off judgements between criteria?
- How to appropriately aggregate added value in multiple criteria, within and across areas of activity, while respecting the autonomy of faculty members to individually opt to invest more in some academic activities rather than in others?
- How to appropriately aggregate added value on multiple criteria, within and across areas of activity, respecting the autonomy of each faculty member to choose to invest more in some activities rather than in others, while not allowing extreme performance compensation phenomena inconsistent with achieving an adequate balance among objectives?
- How to set boundaries for the rating categories imposed by law so that the classification of each faculty member may reflect her or his intrinsic value to the school?

As shown in the Figure, the model building process can be described as a package of entangled activities.



Firstly, in structuring the model, criteria were specified to evaluate faculty members within each one of the areas of academic activity that are normatively defined in the legislation (Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior 2009). Secondly, descriptors of quantitative and qualitative performance on each criterion were defined.

Then, the concept of “target” associated with each criterion was introduced, to make possible to incorporate into the model reference levels of performance reflecting policy concerns. Targets make explicit what should be considered a “good performance” on each criterion, for a given scientific domain, and in a given evaluation period. This makes clear that one thing is performance another is its value.

Measures of value were subsequently built, that is, value functions enabling to transform performance into value at the level of each criterion separately. Finally, the areas of evaluation and the respective criteria were weighted. These weights should reflect the relative importance of achieving the targets, in a given evaluation period, from the perspective of the school.

An additive value procedure could then be applied hierarchically, firstly to aggregate value scores on criteria within each area and then to aggregate values across areas. The area value scores obtained by a faculty member form her or his multicriteria value profile at the top level of the areas of activity. Once different types of “good” academic profiles are not only admitted but also desirable, from a functional perspective, in a faculty body, all types contributing for the achievement of the university strategic objectives, area weights should be allowed to vary within reasonable bounds. Therefore, interval weights were defined for the areas and an optimization procedure was adopted to enable the application of the additive

model at the top area level, in such a way that the overall score resulting for each faculty member reflects the value of her or his specific profile. To prevent that a very high performance level in a single criterion may play an excessive undesirable role in compensating very weak performance in all remaining criteria, the concept of “ceiling” was introduced into the model. Finally, an assignment procedure makes possible to associate each faculty member with one rating category, with the several categories separated by thresholds of increasing overall value – combined or not with other assignment rules.

The model will be considered “requisite” (as defined by (Phillips 1984)) when its form and content are sufficient to provide satisfactorily uncontroversial answers to the questions that motivated its development. This explains the recursive nature of the scheme in the Figure.

There are several theoretically sound methods proposed in the decision analysis literature to build multicriteria value measurement models (von Winterfeldt and Edwards 1986) (Kirkwood 1997) (Belton and Stewart 2001), all of them requiring evaluators to express value judgements. Authors propose to use MACBETH, the Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique, which asks only for qualitative pairwise comparison judgements of difference in value between stimuli – a recent straightforward presentation of MACBETH can be found in (Bana e Costa, De Corte et al. Forthcoming). MACBETH has been extensively applied in various evaluation contexts – see references and mathematical foundations in (Bana e Costa, De Corte et al. 2005) – namely to build reusable evaluation models (Bana e Costa, Lourenço et al. 2008), precisely the type of model required for faculty evaluation. The interactive application of MACBETH is visually supported by the M-MACBETH software (Bana e Costa, De Corte

et al. 2003). The multicriteria additive value model constructed at IST has a two-level hierarchical structure, with the areas of activity at the first level and the evaluation criteria at a second level assumed to be exhaustive, concise, non-redundant and preferentially independent (Keeney 1992). Let  $P_{ij}$  be the descriptor of performance associated with each evaluation criterion  $i_j$  ( $i_j = 1, \dots, N_j$ ) that belongs to the  $j$  ( $j = 1, \dots, M$ ) area of activity, defined by  $P_{ij} = Q_{ij}^t \times Q_{ij}^l$  with  $Q_{ij}^t$  standing for quantitative performance and  $Q_{ij}^l$  standing for qualitative performance. Let  $p_{ij}^d$  be the performance of faculty member  $d$  on criterion  $i_j$ .

Let  $V_{ij}^d = V_{ij}(p_{ij}^d)$  be the partial value score obtained by a faculty member  $d$  on criterion  $i_j$ , by converting its performance into value, through the use of the value function  $V_{ij}$ . Let  $w_{ij}$  be the weight given to criterion  $i_j$ . The area value score  $V_j^d$  for faculty member  $d$  taking only the criteria of area  $j$  into consideration is given by (1):

$$V_j^d = \sum_{i_j=1}^{N_j} V_{ij}^d \times w_{ij} \quad (1)$$

with  $\sum_{i_j=1}^{N_j} w_{ij} = 1$  and  $w_{ij} > 0, \forall i, j$  and

$V_{ij}^d = 100$  when the performance of faculty member  $d$  in the evaluation criterion  $i_j$  equals the criterion target set for the evaluation period in analysis and  $V_{ij}^d = 0$  when  $d$  has developed no activity related with that criterion in the same period.  $(V_1^d, \dots, V_M^d)$  is the multicriteria value profile of faculty member  $d$  at the top level of the areas of activity.

Contrary to the criteria weights, within each area, there are no fixed weights  $w_j$  assigned to each area of activity  $j$  ( $j = 1, \dots, M$ ); these area weights are free to vary within adequate intervals defined by lower and upper bounds  $\underline{w}_j$  and  $\overline{w}_j$  ( $j = 1, \dots, M$ ) respectively. Therefore, following a model feature previously used in (Kao and Pao 2009), the overall score  $V^d$  for faculty member  $d$  taking all the evaluation criteria into consideration will be given by solving the linear programming model (2), which guarantees for

each faculty member  $d$  the maximum overall value score that can be attained with the interval weights defined and for her or his multicriteria area profile:

$$V^d = \max \sum_{j=1}^M V_j^d \times w_j \quad (2)$$

subject to  $w_j \leq \bar{w}_j$  and  $\sum_{j=1}^M w_j = 1$  and  $w_j \geq 0$ .

Notwithstanding the sound theoretical foundations of the proposed multicriteria model, its effectiveness is yet to be confirmed by practical application in large scale. First, despite the fact that it was designed to be applied to different scientific domains, only the implementation of the model will show whether it is effectively dealing with differences across scientific domains, and whether adjustments are required. Second, there are concerns with the calibration of the model when different targets and other values across scientific domains are used. Third, the incentives motivated by the model adoption have not been studied in detail. Finally, it is not clear which is the level of acceptability of the model within the school.

The proposed model might be improved in several ways. At first, it should be better informed by literature in specific areas, such as on teaching indicators and on research indicators. For example: should evaluation of teaching be done only by students, or peers should also review the content of teaching? If peer review of the context of teaching is required, which methods for evaluation are available and have been validated? Which is the best indicator for the impact of publications on the community? Moreover, the model was developed without detailed information on the performance of IST academic staff in many indicators. The use of high-quality data and of scientific metrics might contribute to build a sounder model and to a higher level of acceptance. Participatory mechanisms to improve the model should be developed, so that its adoption fosters an evaluation culture. The implementation of the model requires the collection of a wide set of information about staff activity and generates a wide range of information on the school performance.

There is scope for developing multiple criteria interactive analysis tools that might help in the collection and in the analysis of model inputs and outputs. Some of the multicriteria methods in use can be further developed. For example, which procedures should be used for validating the descriptors of performance in use? Should thresholds be linked with targets and with ceilings? Last but not least, the proposed model should be tested within schools other than engineering, to investigate whether it respects the evaluation context in other scientific domains. In fact, one should be aware that disciplines might differ in their preferred approach to knowledge transmission.

## References

- Arreola, R. A. (2007). *Developing a Comprehensive Faculty Evaluation System: A Guide to Designing, Building, and Operating Large-Scale Faculty Evaluation Systems*, Anker Publishing Company.
- Bana e Costa, C., J. C. Lourenço, Chagas, M. P. and J. C. Bana e Costa (2008). "Development of reusable bid evaluation models for the Portuguese Electric Transmission Company." *Decision Analysis* 5(1): 22-42.
- Bana e Costa, C. A., J.-M. De Corte and J.-C. Vansnick (2003). *MACBETH. Working Paper LSEOR 03.56*. O. R. Department. London, London School of Economics of Political Science.
- Bana e Costa, C. A., J.-M. De Corte and J.-C. Vansnick (2005). On the mathematical foundations of MACBETH. *Multiple Criteria Decision Analysis: The State of the Art Surveys*. J. Figueira, S. Greco and M. Ehrgott, Springer. 76: 409-442.
- Bana e Costa, C. A., J.-M. De Corte and J.-C. Vansnick (Forthcoming). *MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)*. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. J. J. Cochran, Wiley.
- Belton, V. and T. J. Stewart (2001). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, Springer.
- Kao, C. and H.-L. Pao (2009). "An evaluation of research performance in management of 168 Taiwan universities." *Scientometrics* 78(2): 261-277.
- Keeney, R. L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Harvard University Press.
- Kirkwood, C. W. (1997). *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets*. Belmont, California, Duxbury Press.
- Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior (2009). "Decreto-Lei n.º 205/2009." *Diário da República* 1.ª série(168).
- National Academy of Engineering (2009). *Developing Metrics for Assessing Engineering Instruction: What Gets Measured is What Gets Improved: Report from the Steering Committee for Evaluating Instructional Scholarship in Engineering*, The National Academies Press: 52 pages.
- Phillips, L. D. (1984). "A theory of requisite decision models." *Acta Psychologica* 56: 29-48.
- Phillips, L. D. and C. A. Bana e Costa (2007). "Transparent prioritisation, budgeting and resource allocation with multi-criteria decision analysis and decision conferencing." *Annals of Operations Research* 154(1): 51-68.
- von Winterfeldt, D. and W. Edwards (1986). *Decision Analysis and Behavioral Research*, Cambridge University Press.

Carlos Moreira da Silva

## “A TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO DA UNIVERSIDADE PARA A SOCIEDADE É UM REQUISITO ESSENCIAL DA INOVAÇÃO E DA CRIAÇÃO DE RIQUEZA.”

Presidente do Conselho de Administração da BA Vidro  
 Presidente do Conselho de Administração da GES – Global Energy Services  
 Presidente da COTEC Portugal  
 Membro do Advisory Board da 3i, em Espanha e Portugal  
 Membro do “Global Leaders for Tomorrow” do World Economic Forum  
 Membro de vários Conselhos de Administração.



**Obteve um mestrado em Management Science and Operations Research pela University of Warwick, e um doutoramento em Management Science pela mesma universidade. Qual a importância que atribui a esta formação no seu percurso profissional?**

O mestrado foi para mim um abrir de olhos; não só a uma nova área de conhecimento (management) mas também, e não menos importante, a novas culturas.

Posteriormente, o doutoramento foi um exercício a que atribuo principalmente um benefício de melhoria de auto-confiança; mesmo numa área do conhecimento que se desconhece, é possível, num enquadramento propício, com um apoio teórico e metodológico de relevo, e com muito trabalho, produzir novos conceitos/produtos/metodologias que contribuem marginalmente para o progresso da ciência e adquirir um conhecimento completo no domínio em causa. Mas com o doutoramento também se ganha a percepção da dimensão exacta da depreciação do conhecimento.

**O Carlos Moreira da Silva é conhecido pelo rigor, celeridade e transparência em processos de tomada de decisão. Até que ponto é que a IO o ajudou ou ajuda na estruturação destes processos?**

Eu fiz o meu doutoramento com o desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) que, na altura, se afastava bastante do “maisntream” da IO, que se dedicava à modelização e ao desenvolvimento de técnicas matemáticas. E julgo que não foi por acaso que escolhi esse caminho: penso antes de mais que os decisores têm que ser capazes de decidir com informação incompleta, e muitas vezes imperfeita. E muitas vezes me questiono se os pressupostos simplificativos que se introduzem frequentemente em modelos de IO não os afastam dos processos de decisão.

Eu prefiro estar aproximadamente certo do que “rigorosamente” errado. A forte mudança e vulnerabilidade de paradigmas do mundo globalizado, e o aumento do número de stakeholders nos processos de decisão, sejam eles empresariais, sociais ou políticos, exige uma agilidade crescente e uma habilidade para incorporar mais variáveis nos processos de decisão, mas também mais modelos de comportamento negocial.

**Não obstante alguns casos de sucesso, há um potencial elevado de transferência de conhecimento na área da IO do mundo académico para o mundo empresarial. Como é que se pode alavancar essa transferência?**

Tenho dificuldade em opinar sobre o tema na generalidade. A transferência de conhecimento da Universidade para a Sociedade é um requisito essencial da inovação e da criação de riqueza.

Mas para encontrar as condições específicas para fazer conhecer essa transferência é necessário construir agendas que, no seu âmago, tenham objectivos partilhados, e que os potenciais conflitos de interesse estejam inventariados e encontradas as medicinas adequadas. O esforço nesse sentido tem que ser feito pelos dois lados, mas admito que os critérios de progressão previstos no Estatuto de Carreira Docente não ajudam a potenciar essa necessária aproximação.

**Uma das questões fundamentais é a forma como devem ser organizadas as equipas de investigação e, em especial, a sua relação com os parceiros externos. Na sua opinião, como é que os centros de investigação, mas também as empresas, devem estruturar estas parcerias de forma a acrescentar valor?**

Não tenho conhecimentos nem experiência para me pronunciar sobre o assunto. Observo, contudo, que os grupos universitários que atribuem importância, ener-

gia e dedicação à função comercial do seu trabalho, acabam por ter êxito. E, apesar de poder ser injusto, vejo alguns grupos universitários acomodados no seu *Status quo*, tolerando “aviar os eventuais fregueses” mas pouco dispostos a “vender”.

**Há empreendedores e gestores de sucesso que privilegiam o instinto ao rigor dos números. O Carlos Moreira da Silva complementa o “feeling” do negócio com uma gestão de risco meticulosa. Será que a disciplina da IO nos torna mais avesso ao risco?**

Correr riscos é algo que cada um de nós aprende (ou não) a assumir. Para isso é determinante a experiência pessoal, profissional e cultural, que ajudam a construir (ou não) uma auto-confiança que nos dá mais ou menos tranquilidade na assunção de riscos.

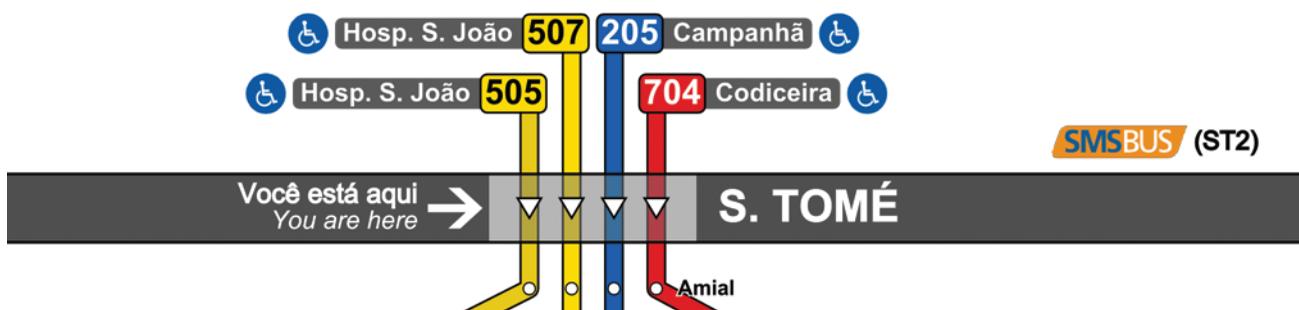
Na minha opinião há duas condições para aprender a correr riscos:

- Ter oportunidade para tomar decisões que envolvem risco (próprio ou alheio) e que têm retornos significativos.
- Ter “sorte” nas primeiras decisões e assim ir construindo um “backlog” positivo.

A simplificação exagerada dos pressupostos de uma situação que requer uma decisão, a presunção de que há sempre uma solução óptima, independente do contexto e de quem a toma, são ingredientes próprios do desenvolvimento de uma cultura de aversão ao risco. Estou longe da IO há 30 anos, mas espero que se tenha libertado desse paradigma.



## PERCURSOS A PARTIR DESTA PARAGEM ROUTES FROM THIS BUS STOP



# A IO NA STCP, UMA HISTÓRIA DE SUCESSO

Jorge Freire de Sousa

### A história

A história da Investigação Operacional (IO) na Sociedade de Transportes Colectivos do Porto (STCP) é seguramente, em Portugal, uma das mais bem sucedidas colaborações de I&D entre a Universidade e o meio empresarial. As suas origens remontam a 1984, quando se iniciou um projecto de investigação entre a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e a empresa, com base na problemática do planeamento operacional das linhas e da gestão de motoristas e autocarros, que até à data eram feitos com recurso a processos manuais o que tornava todo o processo de planeamento rígido e pouco eficiente. O projecto visava agilizar e otimizar todo o planeamento operacional de transporte público.

Posteriormente, diversas iniciativas envolvendo as principais companhias de transporte público de passageiros de Portugal e a Universidade, acabaram por resultar no Consórcio GIST, acrónimo de Gestão Integrada de Sistemas de Transportes. Fizeram parte desse consórcio dois institutos de interface, o INEGI e o ICAT, respectivamente da FEUP e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Em termos empresariais, participaram, para além da STCP, companhias muito experientes e dinâmicas como a CARRIS, os Horários do Funchal, a Vimca e as empresas do Grupo Barraqueiro. A diversidade nas respectivas operações, posição legal e tradição cultural proporcionou um conjunto extraordinário de situações, requisitos e oportunidades.

O acordo original apontava para o desenvolvimento de um sistema integrado de apoio à decisão, envolvendo os principais processos do planeamento operacional. O resultado principal foi o sistema que adoptou

o nome do consórcio, GIST, um sistema complexo, mas de fácil utilização, que se tornou imprescindível no dia a dia das empresas onde está instalado.

O GIST foi primariamente implementado nas cinco empresas do consórcio. Mais tarde, o sistema foi incorporado nas redes dos principais operadores de transporte municipais: TUB (Braga), SMTUC (Coimbra), TUA (Aveiro) e SMTCB (Barreiro).

Hoje, as companhias onde o GIST está a ser usado representam, em termos de dimensão das suas frotas, mais de metade do transporte de autocarros em Portugal.

### A metodologia

O transporte público de passageiros, enquanto negócio, apresenta várias características distintivas:

- é sistemático, o que exige um alto grau de planeamento lógico para assegurar a sua operação contínua,
- é não-armazenável, uma vez que depois de uma viagem estar planeada só há duas opções básicas: cancelá-la ou concretizá-la,
- é disperso, dado que o staff não está em contacto com o gestor e que os front-line estão em contacto com os clientes numa base diária, e
- é público, já que os erros de transporte são objecto de primeira página nos jornais e os gestores são responsáveis pelas suas acções quer face à lei quer face ao público em geral.

Torna-se assim crucial, para quem está encarregado de fornecer serviços de transportes, saber isolar os factores-chave que influenciam os resultados de uma acção. Trata-se de conhecer métodos, quantitativos e qualitativos, que permitem estudar as relações subjacentes

ao processo de decisão em transportes. Os métodos formais, centrados em alguns conjuntos de hipóteses testáveis e devidamente enquadradas, ajudam muito a uma melhor compreensão dessas relações. Adicionalmente, na prática e com frequência, a informação é parcelar e aproximada e ocorrem alterações (significativas) do quadro de decisão. Os processos de decisão são, assim, muitas vezes, pouco estruturados, o que torna aconselhável, e particularmente útil, o recurso a combinações de vários tipos de modelos, quer descritivos quer normativos, que representem perspectivas complementares sobre os dados e as soluções.

Compreende-se, por isso, que o objectivo primordial dos investigadores tenha sido, desde o início do projecto, o de conceber sistemas informáticos que permitissem explorar e comparar linhas de acção alternativas satisfatórias, de uma forma rápida e transparente, e que facilitassem e promovessem a intervenção do utilizador. Tais sistemas deveriam ser, acima de tudo, ferramentas de gestão e de apoio à decisão, que permitissem gerir a informação base relativa à rede de transportes, às linhas e viagens a realizar, assim como gerar, de forma automática e optimizada, mas também interactiva, os horários ao público, bem como os das viaturas e dos motoristas, incluindo o seu escalamento diário. Com este fim, foram desenvolvidas heurísticas diversas e utilizados algoritmos de programação matemática.

### As áreas de estudo e aplicação

Planear e controlar as operações de um sistema de transportes públicos é um processo complexo de tomada de decisões, que envolve objectivos múltiplos e conflituosos:

- prestar um serviço de qualidade aos clientes, oferecendo linhas e horários adequados à procura identificada,
- satisfazer os interesses da empresa e da sociedade, minimizando os custos de operação, e
- criar serviços equilibrados, que tenham em conta as restrições legais e os acordos com as organizações sindicais.

O Sistema de Apoio à Decisão desenvolvido, o GIST, é constituído por um conjunto de módulos, cada um deles com uma função claramente definida, auxiliando o utilizador em cada uma das fases usuais do processo do planeamento. O carácter inovador do sistema passou, essencialmente, pelo seu elevado nível de interactividade com o utilizador, pelas facilidades de parametrização, pela automatização de processos de planeamento e pela gestão integrada de dados que, em qualquer momento, proporciona à gestão da empresa e ao público informação actualizada e consistente. A normalização de dados é uma característica fundamental do sistema, o que permite, de um modo uniforme e automático, a disponibilização ao público da informação sobre os percursos das linhas e sobre os seus horários.

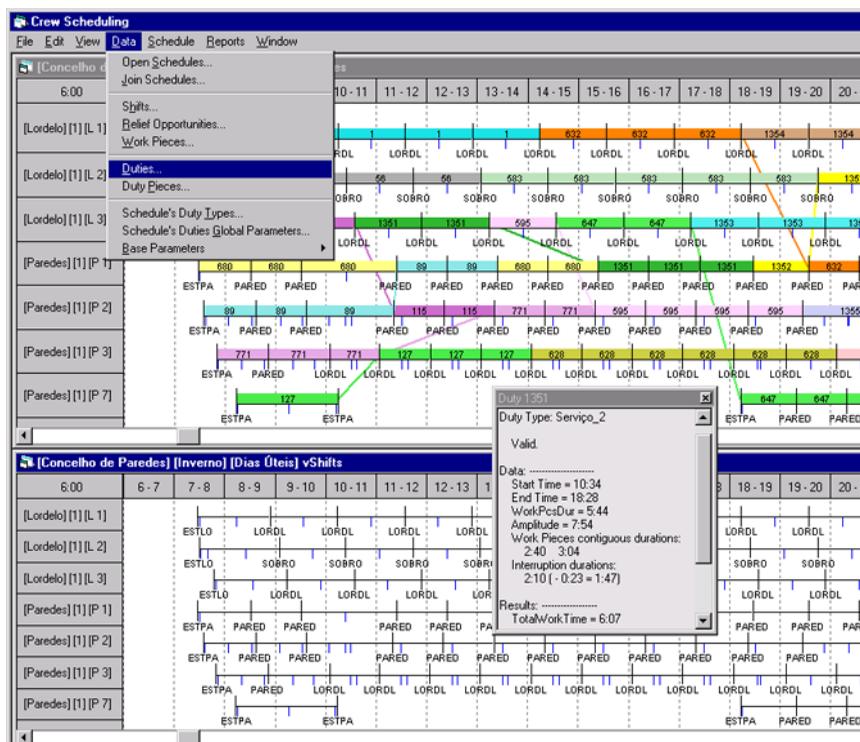
Inicialmente, e ao longo de vários anos, foi o problema do planeamento operacional que concentrou toda a atenção das equipas mistas de investigadores e profissionais dos transportes envolvidos no projecto.

Posteriormente, a empresa OPT – Optimização e Planeamento de Transportes, S.A., constituída em 1992 na sequência do cumprimento de uma condição de financiamento e que é hoje responsável pelo GIST, tem vindo a desenvolver novos módulos que podem ser integrados no sistema e que representam uma maior abrangência de processos, entre os quais o da gestão das viaturas. Também existe o tratamento de informação, isto é, a possibilidade de fazer comparações entre o real e o planeado, de modo a obter o feed-back que permita a melhoria progressiva dos dados de entrada do sistema e proporcionar a realização de análises de custo/benefício de acções potenciais.

Outras áreas de aplicação da IO na STCP são o controlo em tempo real das operações na rede e a informação ao público.

No primeiro caso, o Sistema de Apoio à Exploração (SAE) fornece a localização automática dos veículos através de GPS e usa uma rede digital TETRA para comunicação entre um centro de controlo e as viaturas, proporcionando uma gestão mais eficiente do serviço e maior segurança a passageiros e motoristas. Com a gestão em tempo real da rede de transportes procura-se, sobretudo, melhorar a distribuição dos passageiros pelas viaturas, reduzir o tempo de espera dos clientes nas paragens, minimizar as perdas de viagem e ajustar a oferta de serviço em função dos imprevistos.

No segundo caso, não é só a informação em tempo real nas paragens e telemóveis, via sms, é também o INFOPUB, sistema inovador que permite disponibilizar informação útil e completa ao público, com um



grande grau de autonomia e flexibilidade na gestão dos dados e na configuração dos mapas. Nos seus dois módulos, são criados mapas esquemáticos e horários, específicos para cada paragem, contendo a representação de todos os percursos das linhas que aí passam, com uma correcta orientação geográfica.

### Os resultados

As abordagens utilizadas e os sistemas desenvolvidos no âmbito da IO demonstraram na STCP vantagens significativas, mesmo quando considerados individualmente. Mas, na STCP, houve sempre a preocupação de desenvolver interfaces entre os diversos sistemas. A integração dos sistemas descritos, incluindo os de gestão de viaturas e manutenção, entre outros, traduziu-se também em importantes benefícios, ao nível da gestão da empresa.

Globalmente, os benefícios podem ser sintetizados da seguinte forma:

- maior eficiência nos diversos processos abrangidos, nomeadamente pela rapidez de execução e diminuição de recursos humanos envolvidos,
- melhoria significativa das respostas da empresa quer ao nível do planeamento quer do controlo das operações,
- aumento da qualidade da informação ao público e de gestão,
- diminuição de custos em fornecimentos externos, pela maior autonomia gerada pela produção própria de muitos suportes de informação,
- maior facilidade de aprendizagem dos utilizadores, agilizando mudanças de pessoas entre áreas, e requalificação de recursos humanos.

O sucesso dos projectos baseados na IO na STCP reforça a credibilidade de que sistemas complexos podem ser postos a trabalhar em meios operacionais, desde que uma adequada linguagem interactiva seja para eles desenvolvida. O objectivo de tal linguagem é tirar o máximo partido da inteligência e da experiência dos técnicos que trabalham com o sistema, bem como das capacidades computacionais e dos algoritmos matemáticos disponíveis.

Do ponto de vista da Universidade o balanço é também muito positivo. Quatro teses de doutoramento e doze de mestrado concretizadas no âmbito de problemas colocados pela actividade de transporte público da STCP, para além de vários estágios curriculares e de um número muito significativo de artigos publicados em reputadas revistas científicas, são disso uma prova inequívoca.

# CENTRO ALGORITMI, UNIVERSIDADE DO MINHO

## NONLINEAR SYSTEMS OPTIMIZATION AND STATISTICS

---

 Edite M. G. P. Fernandes
 

---



NSOS (Nonlinear Systems Optimization and Statistics) é um dos seis grupos de investigação do Centro Algoritmi. Esta unidade de I&D da FCT foi avaliada nos últimos triénios com Muito Bom. O grupo sediado no Campus de Gualtar da Universidade do Minho é composto por doze doutores: sete professoras e três professores da Universidade do Minho, uma professora do Instituto Politécnico de Bragança e um investigador doutorado contratado pelo programa Ciência 2007 da FCT. Presentemente o grupo é liderado pela professora Edite M.G.P. Fernandes. É possível consultar as actividades de investigação de cada um dos seus membros através das páginas pessoais, que podem ser acedidas a partir do endereço,

<http://www.norg.uminho.pt/NSOS>

### Missão

O grupo NSOS tem como missão promover, desenvolver e divulgar investigação de qualidade nos domínios da Optimização Não Linear, Modelação Matemática, Heurísticas e Estatística Aplicada.

### Indicadores de Desempenho

Nos últimos anos, foram concluídas doze teses de doutoramento e vinte e nove de mestrado. Em curso estão onze teses de doutoramento. Relativamente às publicações científicas, o grupo NSOS conta com mais de quarenta e quatro artigos publicados em revistas indexadas no ISI. Liderou a organização de três conferências Optimization 95, VII Congresso da SPE 1999 e ORP<sup>3</sup> de 2007, participou na organização das conferências Optimization 1998, Optimization 2001, Optimization 2004, EurOpt Workshop de 2010,

na organização de mini-simpósios no EngOpt 2010 e de tópicos no EURO XXIV, organizou quatro seminários com oradores convidados K. Deb, M. Bartholomew-Biggs, G.-W. Weber e L.T. Biegler e tem colaborado em Comissões de Programa de conferências: IO 2006, IO 2008, IO 2009, Optimization 2004, Optimization 2007, 56th Sessão of the International Statistical Institute, XVI Congresso da SPE, Congress on Evolutionary Computation, I.C. on Applied Simulation and Modelling, 3rd I.C. Integrity, Reliability & Failure, W.C. Soft Computing in Industrial Applications. Os membros do grupo NSOS avaliaram, nos últimos três anos, mais de vinte e quatro artigos submetidos a revistas indexadas no ISI.

### Temas de Investigação e Aplicações

Enumeram-se alguns temas de investigação desenvolvidos no âmbito do grupo NSOS, que estão integrados em projectos de investigação, a decorrer em colaboração com outros centros de investigação e universidades nacionais e internacionais:

- Optimização Multiobjectivo e Programação Difusa no Desenho Ótimo de Estações de Águas Residuais;
- Redução do Número de Objectivos em Optimização Multiobjectivo;
- Controlo Ótimo e Programação Não Linear Aplicados a Modelos Biológicos;
- Métodos de Partição e Avaliação em Programação Não Linear Inteira Mista e Não Convexa;
- Lagrangeanas Aumentadas em Métodos Híbridos de Pesquisa em Padrão;
- Métodos Sem Derivadas e Optimização Global. Aplicações na Astrofísica;

- Tratamento de Restrições em Optimização Global. Lagrangeana Aumentada, Graduação e Avaliação Selectiva;
- Heurísticas na Optimização da Locomoção de um Robô;
- Métodos Estocásticos na Determinação de Múltiplas Soluções com Aplicações na Saúde;
- Implementação de Filtros em Heurísticas;
- Métodos de Redução e Pontos Interiores em Programação Semi-Infinita. Aplicação na Mineração de Dados;
- Estratégias Monótonas e Não Monótonas em Métodos de Filtros e Pontos Interiores;
- Filtros em Optimização Não Linear: Admissibilidade Independente da Optimização;
- Optimização com Restrições de Complementaridade. Penalidade e Regularização. Aplicação ao Mercado de Energia Eléctrica;
- Laboratório Assistido pela Web para o Ensino de Engenharia de Controlo;
- Desenvolvimento de Instrumentação Virtual para Medição de Composição Corporal;
- Estimação de Modelos e Análise de Questionários através de Equações Estruturais;
- Curvas ROC e Comparação de Sistemas de Diagnóstico;
- Planeamento de Experiências e Análise Estatística em Aplicações da Área da Saúde.

### Formação Especializada

O grupo NSOS tem vindo a promover diversos cursos de formação de 15 ECTS no Campus de Gualtar da Universidade do Minho: Optimização Aplicada às Ciências e Engenharia, Estatística Multivariada e Planeamento de Experiências, de 2º ciclo, e Técnicas Emergentes de Optimização de 3º ciclo.

## SYSTEMS ENGINEERING, OPTIMIZATION AND OPERATIONS RESEARCH

J.M.Valério de Carvalho



O Grupo de SEOR integra os docentes de Optimização e Investigação Operacional do Departamento de Produção e Sistemas da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Definiu como sua missão levar a cabo investigação e ensino-baseado-em-investigação nas áreas de optimização, logística e transportes, modelação e simulação, e qualidade, fiabilidade e manutenção, visando atingir um elevado nível internacional.

Os principais projectos de ensino em que o Grupo colabora são o Programa de Doutoramento em Engenharia Industrial e de Sistemas, o Mestrado em Engenharia Industrial, o Mestrado em Engenharia de Sistemas, o Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial e a licenciatura em Engenharia Informática.

O SEOR tem estado envolvido em vários projectos nacionais e internacionais, de investigação fundamental e aplicada, promovendo a valorização dos resultados da sua investigação e a transferência de know-how para a indústria, nomeadamente nas seguintes áreas:

- Optimização - programação inteira de grande dimensão e meta-heurísticas, e sua aplicação em corte e empacotamento, planeamento de operações e concepção de sistemas em rede.
- Logística e transportes – gestão da cadeia de aprovisionamento, sistemas de transporte, previsão e inventário.
- Modelagem e simulação - tradução automática e geração de programas, e sua aplicação na indústria.
- Qualidade, fiabilidade e manutenção - sistemas de gestão da qualidade e de gestão da manutenção, certificação e acreditação, e fiabilidade.

A par destes projectos, o SEOR tem mantido programas internacionais de cooperação e mobilidade com centros de investigação bem conhecidos, tendo vindo a tornar-se um grupo de investigação cada vez mais atractivo, a nível internacional, para estudantes de doutoramento e investigadores de pós-doutoramento. Como grupo integrante do Centro de Investigação Algoritmi, em todas as avaliações internacionais promovidas pela FCT, o SEOR obteve a mais elevada classificação.

Informações adicionais estão disponíveis em <http://pessoais.dps.uminho.pt/vc/seoor/index.html>

## TESES DE DOUTORAMENTO CONCLUÍDAS RECENTEMENTE

Autor: **Tiago Miguel Santa Rita Simões de Pinho**  
Título: *Definição de um Modelo da Rede Logística na Indústria da Construção: Estudo de um Caso*  
Instituição: **Universidade do Minho**  
Data conclusão: 28 de Abril de 2010  
Orientador: **José Telhada e Maria Sameiro Carvalho**

Resumo: O trabalho centra-se na análise e discussão da gestão da cadeia de abastecimento na área da construção civil, quer a nível conceptual, quer a nível tático e operacional. São discutidos os principais problemas e formas de os resolver segundo abordagens sistematizadoras e racionalizadoras, suportadas por modernas tecnologias de informação e comunicação.

Propõe-se um modelo conceptual para a logística de uma empresa, em particular, cuja implementação tem permitido obter significativos ganhos de eficácia e de eficiência, nomeadamente no que respeita à coordenação dos trabalhos nas obras e à comunicação entre os diversos intervenientes da cadeia logística, quer internos, quer externos (fornecedores, parceiros, sub-

contratados). O trabalho permitiu dotar a empresa de um sistema integrado de comunicação a funcionar através de um portal web.

*Keywords: Logística, Gestão da Cadeia de Abastecimento, Indústria da Construção, Sistemas de Informação.*

Autor: **José António de Almeida Crispim**  
Título: *Partner Selection in Virtual Enterprises*  
Instituição: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
Data conclusão: 4 Novembro 2009  
Orientador: **Jorge Manuel Pinho de Sousa**

Resumo: A virtual enterprise (VE) is a temporary organization that pools member enterprises core competences and exploits rapidly changing market opportunities. The success of such an organization is strongly dependent on its composition, and the choice of participants becomes therefore a crucial issue. The algorithm developed in this work is an integrated approach to rank alternative VE configurations, designed around 3 phases: exploratory phase; search phase; ranking phase considering the Partner selection in VEs as a multi-criteria decision making problem that involves assessing trade-offs between conflicting tangible and intangible criteria, and stating preferences based on incomplete or non-available information.

*Keywords: Partner selection; Virtual Enterprise; Tabu Search; Fuzzy TOPSIS; Case-Base Reasoning; Cluster Analysis*

Autor: **Silvério Simões Rosa**  
Título: *Problema Complementar de Valores Próprios*  
Instituição: **Universidade da Beira Interior**  
Data conclusão: 25 de Novembro de 2009  
Orientador: **Joaquim João Júdice**

Resumo: É discutido o Problema Complementar de Valores Próprios (EiCP). Se as suas matrizes são simétricas, o EiCP é equivalente à determinação de um ponto estacionário de uma função não linear no simplex. Um algoritmo espectral de gradientes projectados é analisado para resolver o EiCP nesse caso. A existência de solução para o EiCP não simétrico é estudada. Um algoritmo de pesquisa em árvore com limites é introduzido para obter uma solução do EiCP não simétrico. A determinação do maior e menor dos valores próprios usando esse processo é discutida. Finalmente é descrita uma aplicação do EiCP em mecânica estrutural.

*Keywords: Complementaridade, Problema de Valores Próprios, Optimização Global, Programação Não Linear.*

**Convidam-se os sócios da APDIO a divulgar Teses de Doutoramento concluídas recentemente ou projectos aprovado pela FCT enviando um email para: [boletim.apdio@fe.up.pt](mailto:boletim.apdio@fe.up.pt)**

# PROJECTOS FCT APROVADOS

## CONCURSO TODOS OS DOMÍNIOS CIENTÍFICOS DE 2008

### PTDC/EGE-GES/104443/2008

**PDChain: Just-in-Time Production and Distribution of Perishable Goods in Supply Chains**

Área Científica Principal: **Economia e Gestão**

Investigador Responsável: **Bernardo Almada-Lobo** (almada.lobo@fe.up.pt)

Instituição Proponente: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FE/UP)**

Instituições Participantes: **Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESC Coimbra/FCT/UC)**

*Palavras-chave: Planeamento de Produção, Rotas de Veículos, Produtos Perecíveis, Multi-objectivo*

### PTDC/EME-GIN/105163/2008

**EaGLEst - Uma Biblioteca Geométrica e Eficiente para a Resolução de Problemas de Corte de Formas Irregulares**

Área Científica Principal: **Engenharia Mecânica - Gestão Industrial**

Investigador Responsável: **A. Miguel Gomes**

Instituição Proponente: **Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto**

Instituições Participantes: **INESC Porto**

*Palavras-chave: Problemas de Cortes e Empacotamentos, Geometria Computacional, Processos Industriais de Corte, Planeamento da Rotas de Robots*

### MIT-Pt/TS-AAS/0046/2008

**AIRDEV - Modelos de Negócio para Desenvolvimento e Gestão Aeroportuário**

Área Científica Principal: **Airport and Airline Systems**

Investigador Responsável: **Maria do Rosário Maurício Ribeiro Macário**

Instituição Proponente: **Instituto Superior Técnico**

Instituições Participantes: **Instituto Superior Técnico, ALSTOM Transport, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Instituto Nacional de Aviação Civil IP, Universidade da Beira Interior, Universidade de Coimbra**

*Palavras-chave: Aeroporto, Modelo de Negócios, Capacidade Flexível, Cidade Aeroporto*

### PTDC/EGE-GES/102681/2008

**Uma plataforma integrada para o planeamento de alocação de recursos e de marcação de cirurgia em blocos operatórios**

Área Científica Principal: **Economia e Gestão - Gestão**

Investigador Responsável: **José Luís Borges**

Instituição Proponente: **Instituto de Engenharia Mecânica (IDMEC-Polo FEUP)**

*Palavras-chave: Healthcare planning; Optimized computer simulation; Operating room; Data mining*

### PTDC/SEM-ENR/101802/2008

**Design Flexível de sistemas de Engenharia em Rede**

Área Científica Principal: **Sistemas de Engenharia - Energia**

Investigador Responsável: **João Claro**

Instituição Proponente: **Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto**

Instituições Participantes: **Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto, Instituto de Engenharia Mecânica**

*Palavras-chave: Incerteza, Flexibilidade, Redes, Design de Sistemas*

### PTDC/MAT/098214/2008

**Optimização sem Derivadas: Desafios Futuros e Novas Aplicações**

Área Científica Principal: **Matemática**

Investigador Responsável: **Luís Nunes Vicente** (Inv@mat.uc.pt)

Instituição Proponente: **Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCT/UC)**

*Palavras-chave: Optimização sem Derivadas, Optimização Não linear, Aplicações*

### PTDC/SEN-ENR/099578/2008

**Planeamento eléctrico sustentável**

Área Científica Principal: **Sistemas de Engenharia - Energia**

Investigador Responsável: **Paula Fernanda Varandas Ferreira** (paulaf@dps.uminho.pt)

Instituição Proponente: **Escola de Engenharia Universidade do Minho**

Instituições Participantes: **Faculdade de Economia da Universidade do Porto**

*Palavras-chave: Planeamento eléctrico, Avaliação social, Tomada de decisão, Modelização*

### PTDC/EEA-CRO/100655/2008

**Locomoção quadrúpede flexível e adaptativa usando sistemas dinâmicos não lineares**

Área Científica Principal: **Engenharia Electrotécnica - Controlo e Robótica**

Investigador Responsável: **Cristina Peixoto Santos** (cristina@dei.uminho.pt)

Instituição Proponente: **Universidade do Minho**

Instituições Participantes: **Instituto Superior de Engenharia do Porto**

*Palavras-chave: Locomoção, geração de trajectórias, sistemas dinâmicos não lineares, robótica autónoma*

### PTDC/SAU-BEB/105650/2008

**CSD-chip - Desenvolvimento de um biochip para a separação e deformação de células sanguíneas**

Área Científica Principal: **Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica**

Investigador Responsável: **Rui Lima**

Instituição Proponente: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

Instituições Participantes: **Instituto Politécnico de Bragança**

*Palavras-chave: Células sanguíneas, Biomicrofluidos, Optimização não linear e Optimização global*

### PMIT-Pt/TS-ITS/0059/2008

**MISC - Recolha maciça de dados com sistemas de transportes inteligentes**

Área Científica Principal: **Intelligent Transportation Systems**

Investigador Responsável: **João Francisco Cordeiro de Oliveira Barros**

Instituição Proponente: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FE/UP)**

Instituições Participantes: **Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Universidade de Aveiro;**

**Biodevices, Sistemas de Engenharia Biomédica, S.A. (BioDevices)**

*Palavras-chave: Sistemas de Transporte Inteligentes; Recolha de Dados Distribuída; Codificação em Rede; Monitorização de Stress Humano*

### MIT-Pt/SES-SUES/0041/2008

**iTEAM - integrated Transportation and Energy Activity-based Model**

Área Científica Principal: **Sustainable Urban Energy Systems**

Investigador Responsável: **Francisco Colunas Pereira da Câmara Pereira**

Instituição Proponente: **Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCT/UC)**

Instituições Participantes: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FE/UP); Instituto Superior Técnico (IST/UTL)**

*Palavras-chave: Políticas Ambientais; Metabolismo Urbano; Micro e a Mezo Simulação; Sistemas de Transporte Inteligente*

## COOPERAÇÃO TRANSNACIONAL CONVENIO FCT/CNRS

### Cooperation project - Acordo FCT/CNRS 2009

**Hybrid Optimization Techniques based on Integer and Constraint Programming**

Área Científica Principal: **Engenharia Electrotécnica e Informática**

Investigador Responsável: **Cláudio Alves** (claudio@dps.uminho.pt); **François Clautiaux** (francois.clautiaux@univ-lille1.fr)

Instituição Proponente: **Universidade do Minho; Université de Lille**

*Palavras-chave: Integer Programming, Constraint Programming, Cutting and Packing, Vehicle Routing.*

### Cooperation project - Acordo FCT/CNRS 2010

**Fast lower bounding techniques for large-scale discrete optimization problems**

Área Científica Principal: **Engenharia Electrotécnica e Informática**

Investigador Responsável: **Cláudio Alves** (claudio@dps.uminho.pt); **François Clautiaux** (francois.clautiaux@univ-lille1.fr)

Instituição Proponente: **Universidade do Minho; Université de Lille**

*Palavras-chave: Integer Programming, Lower Bounds, Dual-Feasible Functions.*

## CONVÊNIO FCT/CAPES

### Cooperation project - Acordo FCT/CAPES 2010

**Extensões Industriais ao Problema de Planeamento e Programação da Produção**

Área Científica Principal: **Engenharia Mecânica**

Investigador Responsável: **Bernardo Almada-Lobo** (almada.lobo@fe.up.pt) e **Marcos Nereu Arenales** (arenales@icmc.sc.usp.br)

Instituição Proponente: **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo**

Instituições Participantes: **Universidade Federal de São Carlos, Universidade Estadual Paulista**

*Palavras-chave: Lotsizing and Scheduling, Cutting and Packing, Vehicle Routing, Integer Programming, Metaheuristics, Matheuristics*