BOLETIM APDIO 48

1º Semestre de 2013

Editores:
Ana Luísa Custódio
Isabel Correia

EDITORIAL

Foi no passado mês de Junho que teve lugar o IO2013, XVI Congresso Nacional da APDIO, ponto de encontro de novos e velhos amigos/colegas, todos com um interesse comum: a Investigação Operacional (IO). Este novo número do Boletim abre com o relato de José Fernando Oliveira e de Clara Vaz sobre o decorrer deste evento. Já havia sido anunciada a Saúde como umas das áreas consideradas como de intervenção prioritária pela actual Comissão Directiva da APDIO. Ainda na secção de Notícias, Pedro Oliveira, faz-nos um breve resumo sobre o primeiro encontro de Investigação Operacional em Sistemas de Saúde.

A actual situação económica que o país atravessa constitui certamente um motivo de preocupação para os leitores deste Boletim. Apesar de a Economia ter sido nos últimos tempos um tema recorrente nos *media*, naturalmente que, a sua relação com a IO não tem sido particularmente explorada. O presente número do Boletim procura estabelecer algumas pontes entre a IO e a Economia e Gestão. Na secção Artigo de Opinião, Elias Awad alerta para a importância que uma correcta gestão de recursos humanos pode ter no sucesso e competitividade das organizações.

Com o artigo *Stocks* e Riscos, na secção Técnicas de IO, António José Rodrigues leva-nos numa agradável viagem ao passado, recordando alguns modelos clássicos de gestão de *stocks* e previsão. Como o próprio autor menciona, os modelos de investimento podem ser encarados como modelos relativos a *stocks* virtuais.

Neste número coube-nos o privilégio de entrevistar João César das Neves. Procurámos conhecer melhor o seu percurso profissional, em particular a sua ligação à IO e à escrita. Inevitavelmente, a sua opinião sobre a actual situação económica do país e o contributo que a IO poderá ter neste contexto foram temas igualmente abordados.

Numa época em que a avaliação é uma temática diária, João Clímaco e José Craveirinha fazem, na rubrica IO em Acção, uma reflexão crítica sobre a definição de indicadores agregados de qualidade de vida, alertando, entre outros aspectos, para o facto de opções tomadas nos processos de agregação permitirem a distorção dos resultados obtidos.

Na secção IO em Portugal, Maria do Rosário Grossinho, presidente do CEMAPRE, apresenta-nos o grupo de Análise Matemática, Optimização e Modelação Financeira. O Boletim encerra com uma contribuição de Eduardo Zúquete no Blog dos Sócios, onde é salientada a importância da *divergência*.

Boas leituras e quem sabe o Boletim não se torna uma boa companhia para uma tarde ensolarada de Verão!

Ana Luísa Custódio
Isabel Correia

02
NOTÍCIAS
IO 2013 - XVI Congresso Nacional da APDIO
José Fernando Oliveira e Clara Vaz
Encontro Investigação Operacional em Sistemas de Saúde
Pedro Oliveira

04
ARTIGO DE OPINIÃO
Human capital in the knowledge-centric organization: the road ahead
Elias Awad

06
TÉCNICAS DE IO
***Stocks* e riscos**
António J. Rodrigues

09
ENTREVISTA
João César das Neves

11
IO EM ACÇÃO
Sopesando a ratoeira dos pesos em indicadores agregados de qualidade de vida
João Clímaco e José Craveirinha

14
A IO EM PORTUGAL
O Grupo de Análise Matemática, Optimização e Modelação Financeira do Centro de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica
Maria do Rosário Grossinho

15
BLOG DOS SÓCIOS
A cambota de porcelana
Eduardo Zúquete

IO 2013 XVI CONGRESSO NACIONAL DA APDIO

José Fernando Oliveira,
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Clara Vaz,
Instituto Politécnico de Bragança

Entre 3 e 5 de junho decorreu em Bragança, nas excelentes instalações do Instituto Politécnico de Bragança, o XVI Congresso da Associação Portuguesa de Investigação Operacional. Marcado por uma forte e entusiasmada presença dos associados e por uma organização atenta, simpática e generosa, este congresso traduziu-se em 3 dias de trabalho, partilha e convívio que dificilmente serão esquecidos por quem os viveu.

Mercê de uma cuidadosa preparação, por parte da Comissão Organizadora, da Comissão de Programa, dos revisores dos artigos e dos júris dos vários prémios, este congresso, com mais de 160 participantes e cerca de 145 apresentações organizadas em 6 sessões paralelas, voltou a ser o ponto alto bienal da vida da APDIO. É de salientar o facto, reconhecido e comentado por muitos, de o nível científico das apresentações ter sido, na generalidade, muito elevado. Este facto não está de forma alguma desligado da constatação de que as gerações mais jovens de Investigadores Operacionais estão muito bem preparadas e desenvolvem um excelente trabalho científico.

Foi neste ambiente que usufruímos de 3 palestras plenárias que foram reconhecidas por todos os participantes como de elevada qualidade: Elena Fernandez, da Universidade Politécnica da Catalunha, sobre "Hub location", num perfeito equilíbrio entre um tutorial para os não iniciados e uma discussão para os especialistas sobre as oportunidades de investigação na área; João Claro, da Universidade do Porto, que connosco refletiu sobre a comercialização de conhecimento criado no domínio da Investigação Operacional e a aplicação de quadros conceptuais da Investigação Operacional na comercialização da tecnologia; Carlos Henggeler Antunes, da Universidade de Coimbra, sobre modelos de otimização multiobjectivo para a identificação de ações de controlo da procura de energia elétrica usando algoritmos evolutivos.

Relacionado com as novas gerações de investigadores em Investigação Operacional está o EstudIO. Pela primeira vez o EstudIO decorreu integrado no Congresso, sob a forma de duas sessões paralelas com 8 apresentações de alunos de mestrado que foram selecionados entre um grupo mais vasto de concorrentes, e que apresentaram os trabalhos realizados no âmbito das suas dissertações. Em paralelo estes estudantes prepararam um "visual elevator pitch" que esteve permanentemente a ser projetado na sala de "coffee-break", tendo todos os congressistas sido convidados a votar no melhor trabalho. À estudante Beatriz Brito Oliveira, do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto endereçamos os nossos parabéns por ter ganho este prémio.

Mas outros prémios foram atribuídos na sessão de encerramento do Congresso. Os prémios APDIO/IO2013, para as melhores dissertações de mestrado entre congressos (períodos 2009-2010 e 2011-2012) foram atribuídos a Telmo Miguel Pires Pinto (Universidade do Minho), com a dissertação "Métodos Heurísticos para o Problema de Posicionamento de Figuras Irregulares" e Jorge António Rocha Oliveira (Universidade de Aveiro), com a dissertação "Otimização de Rotas de Distribuição Marítima", respetivamente. Pela primeira vez foi atribuído um prémio APDIO/IO2013 para a melhor tese de doutoramento, neste caso defendida nos anos de 2011 ou 2012. Este prémio foi atribuído *ex-aequo* aos estudantes Pedro Sanches Amorim, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, autor da tese "Integrated Production Distribution Planning of Perishable Goods", e Tânia Rodrigues Pereira Ramos, do Instituto Superior Técnico, autora da tese "Tactical and Operational Planning in Reverse Logistics Systems with Multiple Depots".

O último prémio atribuído foi o Prémio Isabel Themido/IO2013, que, nesta edição, galardoa o melhor artigo publicado por sócios da APDIO nos anos de 2011 e 2012. Este prémio foi atribuído *ex-aequo* aos artigos "Cláudio Alves, Pedro Brás, José Valério de Carvalho, Telmo Pinto, *New constructive algorithms for leather nesting in the automotive industry*, Computers and Operations Research, 2012, 39, pp 1487-1505" e "Ana Maria Mestre, Mónica Duarte Oliveira, Ana Barbosa-Póvoa, *Organizing hospitals into networks: a hierarchical and multiservice model to define location, supply and referrals in planned hospital systems*, OR Spectrum, 2012, 34, pp 319-348".

A Comissão Organizadora quis ainda ter um pequeno gesto de felicitações para com o Presidente da Comissão Diretiva da APDIO, o colega Domingos Cardoso, tendo-lhe oferecido uma esferográfica gravada com o seu nome. Não sendo um prémio, foi sem dúvida um merecido reconhecimento.

Concluindo, podemos dizer que este foi um congresso que provou que a nossa Associação está bem viva e tem um brilhante futuro pela frente.

ENCONTRO INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL EM SISTEMAS DE SAÚDE

QUINTA DAS LÁGRIMAS, COIMBRA 23 DE NOVEMBRO DE 2012

Pedro Oliveira,
ICBAS, Universidade do Porto

A Direcção da APDIO definiu como um vector prioritário a afirmação da Investigação Operacional nos Sistemas de Saúde. Para o efeito decidiu organizar um primeiro encontro cujo objectivo foi reunir vários profissionais da área da Saúde, de reconhecida competência, que partilhassem as suas experiências. Esperava-se que da discussão emergissem ideias sobre como a Investigação Operacional pode ajudar na gestão e no processo de tomada de decisão, tendo em conta que os Sistemas de Saúde são utilizadores finais dos sistemas desenvolvidos por esta área do conhecimento.

Nesse sentido, a Comissão Organizadora, constituída por Abdur Rais, Ana Viana, Humberto Rocha, Joana Matos Dias, Margarida Vaz Pato e Pedro Oliveira, estruturou o seguinte programa com quatro grandes temas: Investigação Operacional nos Sistemas de Saúde, Avaliação de Qualidade em Sistemas de Saúde, Optimização em Aplicações Clínicas e, Logística e Gestão de Recursos em Sistemas de Saúde.

O primeiro tema, da responsabilidade de Ana Viana e Abdur Rais, centrou-se numa apresentação de problemas na área da Saúde onde são usadas técnicas de Investigação Operacional. Os outros temas foram discutidos na forma de painel, com apresentações curtas de cerca de 15 minutos por cada interveniente. O painel Avaliação de Qualidade em Sistemas de Saúde, moderado por Manuel Matos, contou com as intervenções de Carlos Vaz, Direcção Geral de Saúde; Manuel Delgado, IASIST Portugal; Pedro Lopes, Conselho de Administração dos Hospitais Universitários de Coimbra; Fernando Araújo, Centro Hospitalar de S. João. O painel Optimização em Aplicações Clínicas, moderado por Pedro Oliveira, teve as intervenções de Maria do Carmo Lopes, Instituto Português de Oncologia de Coimbra Francisco Gentil, E.P.E.; Fernando Macário, Sociedade Portuguesa da Transplantação; Gerardo Oliveira, Hospital de S. João. Pedro Amorim, do Hospital de Santo António, por motivos pessoais urgentes não esteve presente. Por último, o painel Logística e Gestão de Recursos em Sistemas de Saúde, moderado por José Fernando Oliveira, incluiu intervenções de Regina Pimentel, Instituto Nacional de Emergência Médica; Pedro Esteves, Centro Hospitalar do Porto; Marta Tavares, OCP Portugal; Fernanda Maria Duarte Nogueira, ISCSP-UTL/ IPST. O encontro foi encerrado pelo Presidente da APDIO, Domingos Cardoso (algumas das apresentações estão disponíveis na página da APDIO www.apdio.pt).

O encontro, para além dos organizadores e palestrantes, contou com cerca de 26 participantes, na sua grande maioria investigadores e académicos. No total estiveram presentes cerca de 44 pessoas ao longo do dia. O encontro contou ainda com um apoio financeiro da parte do EURO, The Association of European Operational Research Societies.

A Comissão Organizadora, dado o interesse dos participantes e o nível de discussão que as diversas apresentações geraram, espera dar continuidade a estes encontros, sendo que o próximo terá lugar em Novembro de 2013.

HUMAN CAPITAL IN THE KNOWLEDGE-CENTRIC ORGANIZATION:
THE ROAD AHEAD

Elias Awad,
Presidente e CEO do International Technology Group, lda., EUA

1.Overview

An organization's success depends on the quality of its people. As a practice of contemporary human resources management, human capital is developing skills, knowledge, and the organization that enables existing employees to increase productivity and performance to gain competitive advantage. It is a core view of how organizations should view their people as an asset rather than a commodity.

In addition to the day-to-day maintenance of human resources functions, today's human resources director is becoming increasingly cognizant of "value-added" performance via employee creativity, innovation, and managing the core knowledge of the staff for a successful career path and effective performance at work. Human capital raises the organization's capacity for high goals, creativity, and nurtures first-class mentality. Human resources managers' contemporary responsibility includes assisting the organization to attract, motivate, develop, deploy, and retain its people.

If an organization wishes to become a leading knowledge-based entity, if we as a people wish to be a developed market and maintain that developed status, the deployment of human capital is a priority. This is especially true in situations where the organization is multinational or global in scope. The role of today's human resources director is to develop a culture that is progressive, coupled with high moral and ethical values. This can be done with four strategies:

- increase and advance the capacity for and the mastery of employee knowledge;
- assess the skills level or competency of current employees throughout the organization to ensure a "goodness of fit" between employee skills and capabilities and the requirements of the job. This has implications for job tenure, turnover, and career planning;
- nurture a cultured organization that possesses strong moral values;
- employ technology to provide employees, managers, and executives the information they need, when they need it, anywhere they may be. Figure 1 is a conceptual view of the interrelationship and interdependence among knowledge management, talent management, and technology as the pillars of integration and connectivity in human capital.

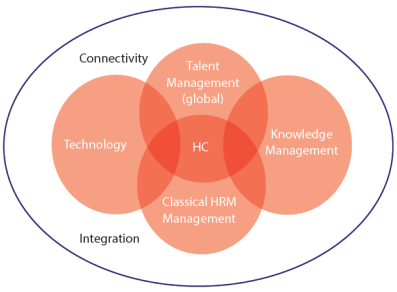


Figure 1: A conceptual view of today's Human Capital (HC).

Once strategized, the end result is a human capital process designed to assure fine-tuned competency management, develop more realistic careers, employee appraisal in time for continued performance quality, succession planning that works, leadership development, effective recruiting, and successful workforce design. The other face of this approach is extrinsic and intrinsic rewards and recognition as performance improves.

2. Reality speaks loud

This is all well and good. Unfortunately, for most organizations, a move from current cost-conscious management to value-conscious operation takes time to gel. When business begins to take a turn for the worse and budget reductions stretch corporate resources, cost is often placed before value, even when it comes to deciding what to do with employees. For immediate realization of gain, human resources directors look at the salaries of the talent as a first place to trim. The eventual outcome is one where the cost of turnover outweighs the longer-term investment in attracting and retaining the best talent—a far higher price than many firms had originally bargained for.

Compounding the loss, old-fashioned management style still exists in today's corporation, where more importance is placed on tangible items like equipment and material resources than human talent and potential. One reason for these problems is lack of standardization on how to value human capital like what is available for an organization's material possessions. Few companies take time or interest understanding which employees are critical for its survival or growth.

One conclusion seems obvious. For a company to become a knowledge-based organization in a global competitive environment, it must consider three key attributes:

- life experience;
- employee knowledge, creativity, and potential labeled as "talent management";
- an organization's ability to attract, develop, and retain talent for competitive advantage.

Based on various studies to date, few companies know the return on human capital investment. In the U.S, with one third of revenues spent on human capital expenses, less than 15 percent of the firms surveyed by a Boston-based group seem to know the return to a "significant" extent. It is obvious that companies that recognize the association between human capital and its long-term return will maintain a significant advantage over those stuck in the old ways of letting talent go in favor of reducing cost.

3. Human capital and knowledge management

Getting away from the old ways begins by first identifying the organization's top talent, the above average, and the mediocre employees. Here is a prescription of the characteristics of each level of know-how:

- **Top talent**
  - o Has a knack for figuring out solutions before being taught
  - o Requires less supervision
  - o Consistently achieves objectives on time
  - o Tends to be a team player
  - o Demonstrates leadership potential
- **Above average talent**
  - o Does well going through a learning curve
  - o Performs well as a team member and does not hold a team back
  - o Tends to secure management support before taking action
  - o Needs time and coaching to ascend to a leadership role
- **Average talent**
  - o Requires constant supervision and pushing
  - o Has questionable interpersonal skills
  - o Is often inflexible
  - o Takes time to complete a task
  - o Tends to be a drag in a team setting
- **Drag**
  - o Has limited ability or potential to be promoted
  - o Lacks motivation and has negative attitude toward others

o Is a frequent complainer
o Looks for a union or others like him seeking job security

Once identified, a knowledge-conscious organization begins to quantify the value of skills, cumulative employee knowledge, and experience of each level talent against payroll savings when downsizing, restructuring, or re-engineering the firm. One approach is to consider the "revenue per employee". It could be as simple as dividing an organization's revenue by the number of its permanent employees. The quotient can be used for comparison against competing firms in the region to assess the level of competitive advantage for the period. Based on current events and practice, only companies in the $ billion club in annual revenue measure the effect of human capital on achieving business objectives.

Another way of looking at quantifying employee value is to think of an organization with a savings goal of, say, $1 million for the calendar year. The question is how many types of talent employees would be required to achieve the savings goal? For example, if an "above average" talent employee can save the company $200,000 the company can assume that a "top talent" employee can save the company $300,000 (above average x 1.5). In terms of a "average talent" employee, he or she can be assumed to save $100,000 (above average x 0.5).

Based on this schema, the company would need only 3 "top talent" employees ($900,000) and one "average talent" employee ($100,000) or 2 "top talent" employees ($600,000) and 2 "above average" talent employees ($400,000) to realize the savings goal of $1,000,000. When considering employee benefits, pension plan, vacations with pay, etc., it would be more cost effective to employ 2 top talent and 2 "above average" talent than, say, 10 average talent employees.

Regardless of how one looks at it, the bottom line is to make a value-added effort by developing workforce planning strategies keeping in mind that not every job is a permanent post. Not even the highest level in an organization needs to be a permanent one. Take a look at the job of the President of the United States. Even this world's most important job is essentially a four-year temporary job, with a renewable four-year term.

4. The new age of global talent

The main factor in the trend-setting global economy is no longer goods or the flow of capital, but competition for top people. Talent hunting is the new currency for success. There are several talent supply issues, however, worth considering: the number of people available for the new economy, the quality of the educational systems that nurtured the talent, and barriers for talent entering the marketplace. It is interesting to note that roughly 10 percent of America's 500 leading CEOs were born outside the U.S. The Internet has generated untold opportunities for 3 billion new candidates into the global economy. More than that, a key incentive to attract top foreign talent is to streamline conditions for business operations such as starting a business, enforcing a contract, and hiring and firing workers. For example, it takes just two days to start a business in Australia, but more than 200 days in the Congo and 550 days to resolve a payment dispute in the United Arab Emirates. Culture, education, and political policies for talent migration are additional factors to consider.

It is important to note that talent knows no barriers and continues to be in short supply. Any limitations or restrictions placed on talent availability are bound to commit the importing organization or the country to second-class status. Of course, cost is in the hiring equation. As countries like China, Russia, and India become more successful, costs are bound to rise and eventually become in line with the more established economic powers. Countries with foresight, vision, and strength of purpose with a global mind-set will prevail. Others will complain about the future and resort to the old ways of doing things that will never return.

There is a global debate regarding the fair distribution of human capital. Over the years, it has been established that educated individuals migrate from poorer countries to richer countries seeking opportunity, which makes rich nations richer and poor poorer. Human migration is tantamount to knowledge transfer in the interest of knowledge sharing. In addition to job seeking in richer countries, the most talented individuals depart for education to the "colonizing" country (U.S, Britain, France, Canada). Most of those who finish their terminal degrees find ready market in the host country, never to return home. Such brain drain favors the host country at the cost of the country of birth. Mobility between nations has already set a strong trend for the exportation and importation of human capital. It is unlikely to see a reverse ever.

5. Parting note on human capital and the knowledge organization

An ideal place for top talent employees is in a knowledge organization environment. A knowledge organization is one where people exchange knowledge across the functional areas of business via technology and established processes. Knowledge is internalized and adopted within the culture of the organization. In addition to employees' contributions through a knowledge-based environment, a knowledge organization enriches its competitive advantage from customer knowledge, product knowledge, and personnel practi-cing knowledge. To manage knowledge, one must first be able to elicit an individual's knowledge from that individual. The human aspect of both knowledge and managing are integral. There is also the issue of measuring knowledge: If you cannot measure it, you cannot manage it.

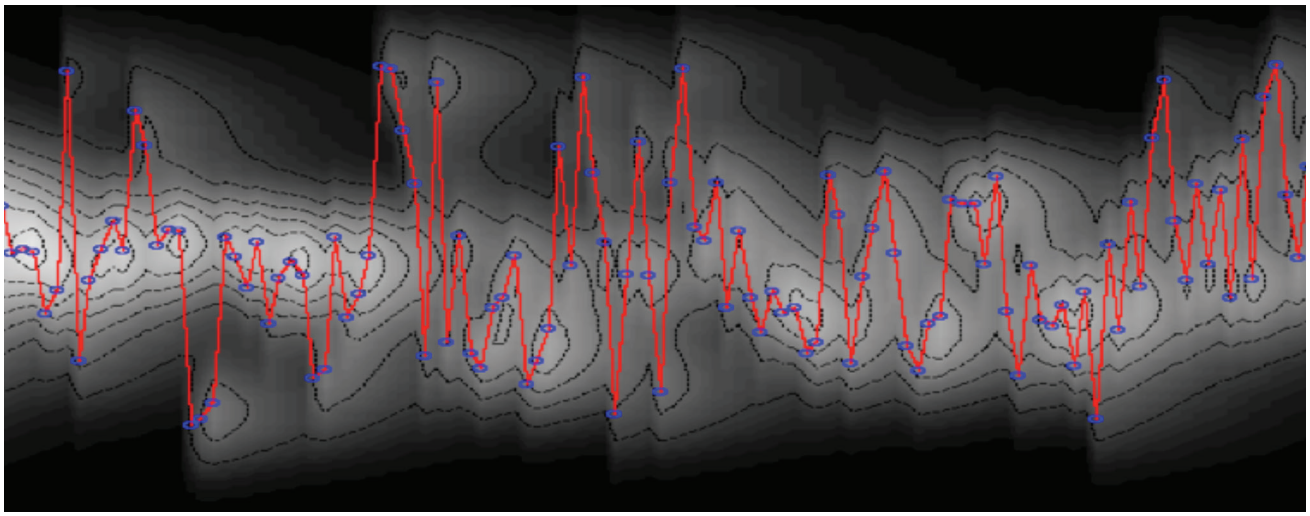
The common thread between effective human capital and knowledge management is one where you see people think actively, not passively—thinking ahead, not behind. It is an environment where customer service is improved through better problem-solving, where new products are available to the market more quickly, and where the organizational processes that deliver the new products continue to improve through innovation and creativity of the people behind the product and the production process. This is where networking, technology, and data communication infrastructure play an important role. Technology has made knowledge sharing and innovation more feasible.

6. Conclusions

It should be clear that regardless of the business, a company competes based on the knowledge of its people. Human capital represented by top talent is the determinant of knowledge management success. The best software is insufficient if you do not have people willing and ready to cooperate and collaborate. Sharing knowledge based on mutual trust is the critical component that promises a smooth road ahead for human capital as a trend that assures profitable competitive advantage in the global economy.

All predictions seem to suggest continued support for nurturing human capital based on knowledge and expertise of its members. Unfortunately, the management of knowledge is still uncharted territory. Few executives understand how to make the most effective use of their company's knowledge or its top talent employees. Worse, they have trouble putting a price tag on the value of the talent or expertise in the sales force.

In the grand scheme of things, the trend toward adopting or managing human capital is good for coworkers, for the company, and for society as a whole. Trust continues to be the strongest thread in human capital and talent management. It is also a cure for job stability, turnover, and more. To gain a competitive advantage in an unpredictable global environment, we must learn to master the art of knowledge and experience capture. Efforts can be realized only if there is follow-through. Corporate culture must change first. Knowledge is not a technology, but an activity enabled by information technology and produced by people. Companies must commit to changing their corporate structure by assigning knowledge workers, whose responsibilities include motivating and organizing the corporate, to adapt to a new way of business that transcends the entire landscape.



STOCKS E RISCOS

António J. Rodrigues,
DEIO, Faculdade de Ciências,
Universidade de Lisboa

1. Introdução

Não vale muito a pena tentar inventariar quais são, no âmbito da Investigação Operacional (I.O.), os mais conhecidos tipos de modelos de aprovisionamento — relativos a *stocks* físicos, ou *inventários* — ou de modelos de investimento — relativos a *stocks* virtuais. Mas será curioso observar como evoluiram, nos últimos cem anos, e tendem a evoluir algumas das ideias subjacentes a uns ou outros, condicionadas pela natureza dos dados disponíveis sobre a oferta e a procura, mas não só.

Há pouco mais de duas décadas, uma grande empresa monitorizava o nível de existências dos depósitos de combustível nos seus muitos postos de abastecimento apenas quando eram feitos reaprovisionamentos. Além disso, o registo incluía apenas informação da data, e não da hora, o que dificultava consideravelmente a previsão de curto prazo do volume de vendas em cada posto. Tal como hoje, as decisões de reaprovisionamento de combustíveis obedeciam sobretudo ao princípio de que o risco de rotura de *stocks* devia ser evitado a todo o custo. Por outro lado, as variações de preços dos combustíveis eram bastante menos frequentes do que na actualidade.

Entretanto, o mundo tem vindo a acelerar imenso, quer na frequência de detecção de alterações nas variáveis exógenas e nas variáveis de resposta, quer na frequência de aplicação de alterações nas variáveis de decisão.

Durante muito tempo, a I.O. entendeu e modelou o mundo como se este funcionasse em modo essencialmente homeostático, se não mesmo determinista. Mas está agora confrontada com novas exigências — a urgência de respostas adaptativas —, pelo que o primado da teoria está a ser progressivamente substituído — só parcialmente, é certo — pelo das regras empíricas ou heurísticas.

O mundo está a ficar hipersensível, com a proliferação de sensores de diferentes tipos, físicos e virtuais, que monitorizam todos os fenómenos e todas as actividades humanas. Como resultado, anuncia-se como iminente o advento da era dos petabytes ("*Big Data*" [3]) e, naturalmente, anseia-se tirar partido desses dados, analisando-os em tempo real, ou quase. Isso possibilitará a prescrição dinâmica de ajustes adaptativos — preventivos ou reactivos — no modo de funcionamento dos sistemas, como por exemplo nos sistemas de inventários, de filas de espera, de regulação de tráfego, ou de alerta precoce. Nos mercados financeiros, esse futuro é já hoje.

2. Invenções e inventários

É bem conhecida a desarmante frase de George Box: "essencialmente, todos os modelos estão errados, mas alguns são úteis" [1].

Há um século, princípios de gestão científica possibilitaram o fabrico de um modelo (automóvel) que, apesar da sua relativa simplicidade conceptual, só era considerado errado aos olhos dos detractores da industrialização. Henry Ford conseguia que cada unidade do célebre *Model T* fosse montada em pouco mais de hora e meia, custasse "o mesmo" número de dólares que um iPad na actualidade, e pudesse atingir a velocidade de 70 km/h. Ainda não era nascida a I.O., mas nascia aquilo que se poderia designar de "eficientologia".

Precisamente em 1913, há pois um século, Ford W. Harris propôs [5] aquele que se tornou num dos modelos mais aplicados para gestão de inventários — uma vez mais, muito antes de a I.O. ter sido "oficialmente inventada". Esse modelo, conhecido pela sigla EOQ, *Economic Order Quantity,* confortavelmente assumia que a taxa de procura é constante no tempo, idem para os parâmetros de custo intervenientes. Assim, bastaria o cálculo de uma raiz quadrada — à mão, ou por consulta de tabelas — para conseguir reduções importantes nos custos operacionais de uma empresa. É o tipo de modelo que se pode ensinar a estudantes do ensino secundário com efeitos secundários mais positivos do que negativos. No entanto, as novas gerações sabem melhor que ninguém que nada é constante na vida — afinal, até consta que nem certas constantes da Física são constantes.

Mais tarde, em 1963 (há exactamente meio século), o clássico livro de Hadley e Whitin [4] punha os pontos nos is: há vantagem, se não mesmo necessidade, em presumir que a procura é, simultaneamente, variável e não determinista. O preço a pagar é, então, a maior dificuldade na identificação da política que conduz aos custos operacionais mínimos, em valor esperado. O livro tornou conhecido o *modelo (Q,r)* para reaprovisionamento de inventários, dito *modelo estocástico de revisão contínua*, onde Q é a quantidade a encomendar de cada vez e r é o nível de existências que determina quando a nova encomenda deve ser feita. Na versão original do modelo, a regra, imutável, que minimiza os custos operacionais expectáveis resulta da resolução de um sistema de duas equações não lineares às duas incógnitas. Resultado: o modelo tem sido profusamente estudado na literatura mas é presumivelmente muito pouco aplicado na prática.

Curiosamente, a dificuldade de resolução pode ser bastante atenuada se o problema não for formulado exclusivamente em termos da minimização de custos. A "qualidade de serviço" — por exemplo, medida pela probabilidade de satisfazer a procura integralmente e sem atraso — é também, sempre, um critério relevante. Por outro lado, em geral, não vale a pena formular o problema como sendo bi-objectivo, e procurar identificar a chamada "fronteira eficiente", de soluções não dominadas. No sector privado, quase sempre há que satisfazer restrições de qualidade de serviço, voluntariamente ou por imposição de uma entidade reguladora externa. No sector público, há que tentar maximizar a qualidade de serviço, condicionado pelos orçamentos disponíveis. Em qualquer dos casos, a correcta formulação do problema reduz o esforço necessário para a resolução.

A I.O. tardou muito em reconhecer, nos problemas reais, a naturalidade de considerar múltiplos critérios de apreciação das possíveis soluções. Harry Markowitz, Nobel da Economia em 1990, ficou sobretudo conhecido pelo seu conceito de *fronteira eficiente* na análise de carteiras de investimentos. A metodologia de análise média-variância que propôs continua a ser bastante aplicada, embora hoje se reconheça que a variância não é suficiente como medida operacional do risco financeiro.

3. Não estacionaridade

É muito difícil justificar ou aceitar como adequado que, no modelo (Q,r), tal como em muitos outros modelos clássicos, se considere a procura — ou outra variável exógena equiparável — como uma variável aleatória com distribuição estacionária. Pior do que isso, assume-se que o processo de procura é não autocorrelacionado nem correlacionado com outras variáveis. Nos fenómenos socio-económicos, padrões de tendência e efeitos de sazonalidade são a regra, não a excepção. E, nos mercados financeiros, a não-Gaussianidade e a heteroscedasticidade são igualmente a regra, não a excepção.

Todos os modelos analíticos têm vulnerabilidades, mais ou menos críticas, relativamente à sua aplicabilidade e utilidade. Entre as principais estão as assunções sobre as variáveis exógenas. Daí, a importância dos modelos e métodos de simulação bem como dos modelos e métodos de previsão de séries temporais.

Foi também há meio século que também Markowitz lançou aquela que foi a primeira linguagem de simulação: SIMSCRIPT [8]. Pretendeu dessa forma ultrapassar de forma prática as limitações que a abordagem analítica ("teórica") apresenta na resolução de problemas mais complexos.

No mesmo ano, Brown [2] arrumou o conhecimento à data sobre vários métodos de previsão, ditos de *alisamento exponencial,* que ajudou a conceber, referindo em especial a sua utilidade no controlo de inventários. Fê-lo de um ponto de vista "I.O.", e não tanto de um ponto de vista puramente estatístico, económico ou, digamos, engenheiral.

Os modelos de previsão mais estudados no âmbito da Estatística assumem que os parâmetros são constantes no tempo. Permitem fazer inferência de base teórica, mas são menos flexíveis e menos adaptáveis a variações distribucionais no processo sob observação. Pelo contrário, há muito que os modelos e métodos de filtragem e controlo óptimo assumem explicitamente que os parâmetros desconhecidos variam no tempo. Isto é, permitem a perseguição de "alvos em movimento", e não apenas a aproximação de "alvos estáticos". Sendo mais complexos, não têm sido muito aplicados fora do contexto de sistemas automáticos, excepto precisamente nas áreas de Economia e Finanças, sobretudo graças a diversos trabalhos de Andrew Harvey — e.g., [6].

Nas comunidades de I.O. e *Management Science,* os métodos de alisamento exponencial têm sido os preferidos, enquanto soluções de compromisso entre critérios de desempenho preditivo e de facilidade de utilização. Assumem que os "alvos" (os parâmetros desconhecidos) estão em movimento, mas não requerem a explicitação de qual a presumível forma como eles se movem. Limitam-se a aplicar factores de esquecimento de observações passadas, dando maior importância às observações mais recentes, antevendo que sejam mais úteis na previsão de observações futuras. Surpreendentemente, permitem obter melhores resultados do que modelos equiparáveis considerados no âmbito da filtragem óptima (formulados em "espaço de estados"), como o demonstram investigações recentes [7].

4. Processos de decisão

Infelizmente, tem tardado a síntese satisfatória de duas vias de análise: por um lado, os métodos de previsão de séries temporais; por outro, a avaliação económica ou financeira de erros de decisão, baseados em previsões, por oposição à avaliação apenas numérica de erros estatísticos de previsão. A questão é relevante porque, na prática, comete-se a imprudência de julgar que uma previsão, optimizada face a medidas de natureza estatística, deve ser ser entendida como a decisão óptima a tomar. Contudo, habitualmente, os custos directos e indirectos associados aos "erros" de decisão (de aprovisionamento ou de investimento) são assimétricos.

Em inúmeros contextos, a solução óptima é dada por (ou baseada em) quantis de probabilidade. Por exemplo, no modelo (Q,r), o nível r é um quantil de probabilidade, e, na gestão de activos financeiros, o agora muito popular valor-em-risco (*value-at-risk*) é também definido por um quantil de probabilidade. Os métodos de previsão invariavelmente procuram estimar valores esperados, e não é razoável tentar adaptá-los à estimação directa de quantis.

O conhecido modelo associado ao *newsvendor problem* (modelo estocástico de período único, ou mono-estágio) pode ajudar a ultrapassar a questão de quanto encomendar ou de quanto investir, mas subsistem dois problemas. Por um lado, podem existir custos fixos de transacção, pelo que a melhor decisão nem sempre é transaccionar. Pode-se então recorrer a modelos associados a processos de decisão markovianos, à programação dinâmica estocástica, ou aos métodos de aprendizagem reforçada *(reinforcement learning)*.

Por outro lado, constata-se que não é suficiente dispor de previsões pontuais: é necessário dispor de previsões de densidades futuras ou, pelo menos, a estimativa da função de densidade de probabilidade subjacente à mais recente manifestação do processo estocástico sob observação. A previsão de densidades é assunto que só muito recentemente começou a merecer a atenção devida. Por vezes, é confundida com a simples estimação da volatilidade ou com a inferência de intervalos de confiança centrados para as previsões pontuais.

A propósito, a metodologia *RiskMetrics*, proposta pela J.P. Morgan [11], recorre ao método de alisamento exponencial simples como forma prática de tentar estimar a volatilidade de séries financeiras. De facto, a aplicação do esquema recursivo dos métodos de alisamento exponencial pode ser adaptada à estimação de diversas características distribucionais do processo observado, e não apenas à estimação de uma média, ponderada de forma exponencial.

Numa rara excursão fora das áreas de Programação Matemática, onde ficou mais conhecido, Katta Murty propôs [9] uma forma engenhosa de resolver o problema mencionado acima. Considerou as densidades discretizadas em classes de frequências, e propôs o alisamento exponencial dessas frequências ao longo do tempo. Contudo, como é sabido, a organização de dados em classes representa uma perda de informação que pode ser crítica; em especial, não permite uma boa estimação dos valores extremais da distribuição de probabilidade subjacente.

Uma alternativa consiste em fazer a estimação de densidades através de funções *kernel* — a via dita "não-paramétrica" —, mas aplicando a mesma lógica de ponderação e actualização recursiva dos métodos de alisamento exponencial. Contudo, esta metodologia pode não ser suficientemente eficiente em aplicações envolvendo grandes volumes de dados, em modo *streaming*. Daí, alguns investigadores procurarem conceber métodos heurísticos para a estimação adaptativa e extremamente eficiente de quantis de probabilidade, e.g., [10].

5. *Risk shaping*

Cada vez mais, indivíduos e organizações esperam que as soluções sejam obtidas em modo *zapping* — instantaneamente produzidas e assumidamente válidas apenas muito transientemente. Também cada vez mais se dá importância à análise de riscos associados à possível, ainda que pouco provável, ocorrência de acontecimentos significativamente adversos. Estão na ordem do dia, associados ao conceito de risco, os conceitos de vulnerabilidade, criticidade, contingência,

resiliência, mitigação e emergência. De facto, o mundo mudou muito, e deve mudar também necessariamente muito a nossa visão do mundo.

Há múltiplas interpretações do conceito de risco, e múltiplas formas de o modelar. Por exemplo, o risco de segurança é entendido de forma algo diferente consoante se pense em *safety* (protecção contra eventos acidentais) ou em *security* (protecção contra danos intencionais). O próprio conceito de risco financeiro é diferente consoante seja percebido por um pequeno investidor ou por uma organização. No contexto dos sistemas de aprovisionamento, o risco já deixou de ser apenas traduzido pela falibilidade na satisfação da procura a nível local, e envolve a análise da possível disrupção de toda uma cadeia de abastecimento.

Em qualquer caso, coloca-se a questão sobre se, e como, se pode reduzir as componentes objectivas de avaliação do risco, isto é, como o modular (*risk shaping* [12]), e não apenas como o modelar e analisar (*risk modelling, risk analysis*). É bem sabido que, mesmo um pequeno investidor, sem capacidade para influir significativamente num mercado financeiro, pode reduzir o seu risco através da diversificação da sua carteira. Uma organização terá ainda maior obrigação em definir estratégias adaptativas de modulação do risco. Seja num contexto financeiro ou outro, o objectivo é evitar ter que recorrer a um "Plano B", de contingência, através de uma adaptação preventiva de uma estratégia-base, monitorizando continuamente a evolução das variáveis exógenas e de resposta.

A procura, embora raramente possa ser totalmente controlável, não deve ser entendida como uma variável puramente exógena. Mecanismos vários podem influenciar a sua intensidade (*demand shaping*): políticas de preços e promoções, investimento em publicidade, ou até outros que podem passar mais ou menos despercebidos. Por exemplo, companhias aéreas regulam dinamicamente os preços oferecidos em função da capacidade ainda disponível dos voos, e algumas operadoras de serviços de *Internet* reduzem a velocidade de *download* em função da intensidade de utilização (*traffic shaping*).

6. Conclusão

Na tentativa de melhorar o funcionamento de um sistema, a Investigação Operacional continua ainda a ter, predominantemente, preocupações relativas à quantidade ideal de recursos a utilizar. No entanto, benefícios importantes podem ser conseguidos, a baixo custo, através da alteração, sempre que aconselhável, da lógica de funcionamento desse sistema. A oportunidade de aceder continuamente a sinais de todo o meio envolvente permite previsões mais fiáveis e decisões mais eficazes. Sobretudo, abre enormes possibilidades à regulação preventiva e à redução de riscos. Mas requer também a concepção de novos métodos, de natureza mais ou menos heurística, bem diferentes dos métodos mais tradicionais, de base teórica.

Referências

[1] Box, G.E.P., Draper, N.R., *Empirical Model-Building and Response Surfaces*, John Wiley & Sons, 1987.

[2] Brown, R.G., *Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series*, Prentice-Hall, 1963; re-publicado por Dover Phoenix Editions, 2004.

[3] Executive Office of the President of the United States, *Obama Administration Unveils "Big Data" Initiative* (press release), 29 de Março de 2012. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/big_data_press_release.pdf

[4] Hadley, G., Whitin, T.M., *Analysis of Inventory Systems*, Prentice-Hall, 1963.

[5] Harris, F. W., How many parts to make at once, *Factory, The Magazine of Management*, 10, 135-136, 1913.

[6] Harvey, A.C., Shephard, N., Structural time series models, G.S. Maddala, C.R. Rao, H.D. Vinod (eds.), *Handbook of Statistics*, Elsevier, 11, 261-302, 1993.

[7] Hyndman, R.J., Koehler, A.B., Ord, J.K., Snyder, R.D., *Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach*, Springer, 2008.

[8] Markowitz, H.M., *SIMSCRIPT – A Simulation Programming Language*, RAND Corporation, 1963.

[9] Murty, K.G., Forecasting for supply chain and portfolio management, S.K. Neogy et al. (eds.), *Mathematical Programming and Game Theory for Decision Making*, World Scientific Publishing, 231-255, 2008.

[10] Muthukrishnan, S., *Data Streams: Algorithms and Applications, Foundations and Trends in Theoretical Computer Science*, 1:2, 2005.

[11] *RiskMetrics –Technical Document, Fourth Edition*, J.P. Morgan/Reuters, Nova Iorque, 1996.

[12] Schneier, R., Miccolis, J., RISK: Enterprise management, *Strategy & Leadership*, 26, 10-16, 1998.

João César das Neves

"NA REESTRUTURAÇÃO DA ECONOMIA... AS TÉCNICAS DE IO PODEM... FACILITAR A MUDANÇA"

Professor Catedrático, Faculdade de Ciências Económicas e Empresariais, Universidade Católica Portuguesa

É licenciado em Economia, dispondo ainda de um Mestrado e de um Doutoramento nesta área científica. Contudo, podemos constatar que no seu percurso de formação académica fez uma incursão na Investigação Operacional (IO), obtendo o grau de Mestre em Investigação Operacional e Engenharia de Sistemas. Quando sentiu que a IO se poderia traduzir numa mais-valia concreta para a sua formação?
A minha decisão de fazer o mestrado de IO em 1981, o primeiro que existiu em Portugal e no Instituto Superior Técnico, veio, com naturalidade, do facto de eu na altura estar a dar aulas como monitor (assistente sem licenciatura) nas cadeiras de IO do meu curso na Universidade Católica, onde era aluno. O professor dessas cadeiras era o Professor Luís Valadares Tavares, fundador e director desse mestrado no IST. Sendo um dos melhores professores do nosso curso, não espanta que tenha conseguido levar para esse seu mestrado novo um grupo bastante alargado, uns cinco ou seis, dos finalistas de Economia e Gestão da Católica, que aliás se inscreveram umas semanas antes de terminarem a sua licenciatura. Eu, que era colaborador directo do professor na respectiva cadeira, tinha uma ligação à área ainda maior que os meus colegas.

Numa trajectória de formação que acabou por ser toda centrada em Economia, o facto de o meu primeiro mestrado ser em IO parece uma grande anomalia e, de facto, representou uma interrupção e hiato. Isso aliás aconteceu igualmente com outros dos meus colegas de licenciatura e mestrado, que em geral regressaram à Economia e Gestão depois da passagem pela IO.

No entanto o mestrado constituiu uma das experiências mais valiosas do meu percurso de estudos, ainda hoje a desenrolar-se. Não só consegui competências técnicas que me foram muito úteis para o mestrado, doutoramento e posterior investigação em Economia, mas acima de tudo adquiri uma atitude pragmática e operativa que me tem sido muito útil na vida.

Em particular devo dizer que, sendo o primeiro mestrado do IST na área, tinha alunos de origens profissionais, regionais e até etárias muito diferentes, pelo que o enriquecimento não resultou apenas dos excelentes professores, mas também dos excelentes colegas. Além disso havia um clima de pioneirismo, e até improvisação, que era extraordinário, a que se junta o facto de as aulas funcionarem dentro de um muito activo centro de estudos do IST, o CESUR. O contacto diário com os investigadores desse centro, alguns dos quais também a tirar o mestrado, outros a leccionar nele, ainda aumentava mais o estímulo intelectual. Foi uma experiência inigualável, que penso que todos os que a viveram nunca mais esqueceram.

Durante o seu percurso profissional esteve várias vezes ligado a entidades governamentais, seja como assessor económico do Primeiro-Ministro, entre 1991 e 1995, seja como assessor do Ministro das Finanças, em 1990. A actual crise económica mundial era previsível? Havia, já nessa altura, a consciência de alguns dos nossos governantes para uma eventualidade do actual cenário económico? Será que Portugal se apercebeu da crise económica tarde demais?
A actual crise foi construída paulatinamente ao longo dos últimos vinte anos, com sucessivos e crescentes défices orçamentais e externos. Numa palavra, Portugal habituou-se a viver a crédito, gastando acima das suas possibilidades. Sobretudo no princípio deste século foi-se tornando cada vez mais evidente que um colapso destes era inevitável. Múltiplas análises de especialistas e instituições, quer nacionais, quer internacionais foram chamando crescentemente a atenção para isso, sem qualquer resultado, como seria de esperar.

Este é um processo clássico de bolha inflacionista que, apesar de enormes diferenças no âmbito, objecto e mecanismos, sempre segue uma evolução muito semelhante no padrão geral. O drama deste tipo de euforias é precisamente que os avisos de nada valem, a não ser quando já é demasiado tarde. Chama-se a isto a síndrome «this time is different». As fases do processo começam com o optimismo imparável, que incha a bolha, passando depois para a negação de problemas, acompanhada de chacota contra os profetas da desgraça, que vai dando lugar a um nervosismo crescente. Tudo acaba nas tentativas desesperadas e frustradas de evitar as consequências da derrocada que se aproxima, e depois na furiosa atribuição de culpas alheias por parte dos próprios que a causaram. Os últimos anos têm registado muitos exemplos mundiais desta triste tragédia, que como se disse é muito comum ao longo da história.

Tem colaborado regularmente com a imprensa como autor de uma coluna num dos periódicos de maior tiragem nacional. É ainda autor de diversos livros sobre Economia, destinados ao público em geral. Escreve por necessidade de explicar ao grande público os aspectos económicos, nem sempre bem compreendidos? Qual a motivação subjacente a esta necessidade de partilha de opiniões?
De facto grande parte da minha actividade corrente é gasta a tentar explicar a situação económica ao grande público, não apenas em livros, artigos e entrevistas, mas também em palestras que faço em grande quantidade um pouco por todo o país. Considero isso parte da minha função como professor de Economia.

A razão vem de uma experiência muito pessoal, mas que me marcou para a vida. Eu fui aluno de licenciatura em Economia de 1976 a 1981, um período particularmente turbulento da nossa sociedade. Nessa altura, muito mais do que hoje, o debate mediático sobre a situação económica era muito fraco, confundindo-se alguns conceitos básicos e dizendo-se enormes disparates. O jornalismo económico é um dos sectores produtivos nacionais em que houve maior progresso nas últimas décadas, mas nessa altura ainda estava numa fase muito má. Entretanto eu, na universidade, estava a ter como professores alguns dos melhores economistas portugueses. Mas eles, com honrosas excepções, quase não tinham presença pública. Senti então fortemente o contraste entre aquilo que aprendia nas aulas e as asneiras que ouvia na comunicação social, o que muitas vezes me desesperava. Quando, anos depois, enveredei por uma carreira de

professor universitário de Economia, decidi que nunca haveria de recusar explicar a situação a quem quer que me perguntasse. Foi assim que começou o que, afinal, acabou por ser uma parte muito significativa da minha actividade profissional, mesmo que em geral graciosa.

Lançou no passado mês de Fevereiro um novo livro, intitulado "As 10 questões da recuperação". Contudo, parece haver entre a população portuguesa um sentimento geral de descrença, de pessimismo. Será mesmo possível recuperar a economia portuguesa? Na sua opinião, estarão as actuais medidas governamentais a contribuir activamente para este processo?

A economia, como a vegetação, é algo que sempre recupera, por maior que seja o incêndio. O problema neste tipo de crises é que, tal como a euforia foi exagerada, criando o desequilíbrio, também o desânimo paralisante em que se cai depois é igualmente exagerado. Pior ainda, na luta para evitar sofrer os custos do ajustamento, muito grupos e interesses apresentam retratos catastrofistas da situação, na esperança que isso lhes permita manter algumas das benesses em que se viciaram nos anos de facilidade. Tudo isto cria um clima negativo e pessimista que, a certa altura, constitui grande parte da dificuldade, tal como a exaltação anterior criou a queda.

Nestas fases, o mais importante é tomar uma atitude razoável e equilibrada, que não negue os problemas, mas também não os exagere. Foi essa a finalidade dos dois livros que já escrevi por causa desta crise, "As 10 questões da crise" em 2011, e agora "As 10 questões da recuperação". Acima de tudo, a sua finalidade é responder às perguntas que as pessoas andam a fazer e, através do esclarecimento, contribuir para a serenidade e para a retoma da confiança. Devemos dizer que, dada a dimensão do choque, até agora Portugal se tem comportado excepcionalmente bem, entendendo a situação e reagindo de forma construtiva. Isso é especialmente visível em comparação com os outros países europeus em situação semelhante. Mas o sofrimento está a ser muito grande e longo, e por isso é fundamental manter a cabeça fria.

Tendo a IO uma componente preponderante de modelação e optimização de sistemas, numa altura em que é fundamental racionalizar e optimizar a gestão de recursos escassos, qual o contributo que pensa que os profissionais desta área podem ter na recuperação económica do país?

Nesta crise, a IO pode e deve funcionar a dois níveis. O primeiro, e mais directo, é contribuindo para optimizar o funcionamento dos vários sistemas, melhorando a afectação de recursos às finalidades. Felizmente a consciência da utilidade que estes métodos podem ter aumentou muito nas últimas décadas em Portugal, embora haja aí muito a fazer.

Mas existe uma outra dimensão que, apesar de menos natural, é talvez ainda mais importante. Uma das piores consequências do longo período de facilidade a crédito teve a ver com uma fortíssima distorção na economia, dirigindo recursos para sectores com muito pouca produtividade e utilidade. É espantoso notar que, enquanto o país acumulava uma das maiores dívidas do mundo, Portugal tenha reduzido sistematicamente o investimento produtivo ao longo da última década. Este é um dos factos mais relevantes da situação actual, pois se o crédito, mesmo excessivo, tivesse sido usado de forma produtiva, hoje teríamos os respectivos rendimentos que permitiriam pagar as responsabilidades. Como houve enorme esbanjamento, os custos são esmagadores. Actualmente, portanto, a economia vive uma acelerada reestruturação, com a falência de muitas empresas não produtivas, que libertam recursos para outras zonas mais competitivas, as quais lançarão o próximo surto de crescimento nacional. Nesta reestruturação, muito difícil e dolorosa, as técnicas de IO podem jogar um papel muito importante, para facilitar a mudança.

OUTRAS NOTÍCIAS

João Clímaco, Professor Catedrático Aposentado da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra e membro da equipa de investigação do INESC Coimbra, recebeu o prémio "The Georg Cantor Award", atribuído pela *International Society on Multiple Criteria Decision Making (MCDM)* durante a 22ª edição da "International Conference on Multiple Criteria Decision Making", que se realizou em Málaga, Espanha, entre 17 e 21 Junho de 2013. Este prémio constitui a mais alta distinção atribuída pela *International Society on Multiple Criteria Decision Making* e destina-se a galardoar os investigadores que ao longo da sua carreira demonstraram um espírito de investigação independente, com realizações e ideias inovadoras que se reflectem na teoria, metodologia e práticas actuais da MCDM.

Durante o EURO 2013, **Maria Isabel Gomes Salema, Ana Paula Barbosa-Povoa** e **Augusto Q. Novais** receberam o prémio relativo ao melhor artigo publicado no EJOR na categoria de "Teoria e Metodologia", com o trabalho Simultaneous design and planning of supply chains with reverse flows: A generic modelling framework, *EJOR*, 203, 336-349, 2010. Maria Isabel Gomes Salema é membro do Centro de Matemática e Aplicações da UNL, Ana Paula Barbosa-Povoa integra o Centro de Estudos de Gestão do IST e Augusto Q. Novais pertence à Unidade de Modelação e Optimização de Sistemas Energéticos do Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

TESES DE DOUTORAMENTO CONCLUÍDAS RECENTEMENTE

Autor: **Tânia Rodrigues Pereira Ramos**
Título: Tactical and Operational Planning in Reverse Logistics Systems with Multiple Depots
Instituição: Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa
Designação do Doutoramento: Doutoramento em Engenharia e Gestão
Data de conclusão: Dezembro de 2012
Orientadoras: **Ana Paula Ferreira Dias Barbosa Póvoa** e **Maria Isabel Azevedo Rodrigues Gomes**

Autor: **Pedro Sanches Amorim**
Título: Integrated Production and Distribution Planning of Perishable Goods
Instituição: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Designação do Doutoramento: Doutoramento em Engenharia Industrial e Gestão
Data de conclusão: Dezembro de 2012
Orientador: **Bernardo Almada-Lobo**

EVENTOS APOIADOS PELA APDIO

4a Escola Luso-Brasileira de Computação Evolutiva (ELBCE)
11 a 14 de Julho de 2013
Coimbra, Portugal
http://www.dep.uminho.pt/escolaeas2013

I Congresso para a Ciência e Desenvolvimento dos Açores
26 e 27 de Julho de 2013
Angra do Heroísmo, Açores, Portugal
http://congressoacda2013.weebly.com

The 16th EURO Working Group on Transportation Annual Meeting
4 a 6 de Setembro de 2013
Porto, Portugal
http://www.ewgt2013.com

EURO Mini-Conference on Optimization on the Natural Sciences
5 a 9 de Fevereiro de 2014
Aveiro, Portugal
http://minieuro2014.web.ua.pt

Qualquer contribuição para o Boletim deve ser enviada para boletim.apdio@campus.fct.unl.pt

SOPESANDO A RATOEIRA DOS PESOS EM INDICADORES AGREGADOS DE QUALIDADE DE VIDA

João Clímaco,
INESC-Coimbra / Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra
José Craveirinha,
INESC-Coimbra / Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra

1. Introdução

É nossa convicção de que, ao pretender-se reduzir a um escalar a avaliação multidimensional de objetos, recorrendo-se a procedimentos de agregação, por um lado permite-se o *ranking* desses objetos, por outro tais procedimentos são redutores e envolvem uma carga ideológica e um carácter subjetivo. Esta agregação pode ser encarada como um parente próximo do apoio multicritério à decisão, neste trabalho encarada no âmbito da construção de índices agregados de *Qualidade de Vida* ou de índices de *Sustentabilidade*.

Contudo, como é discutido em [2], enquanto o apoio à decisão se baseia em relações de preferência do(s) decisor(es), tendo por isso à sua disposição as ferramentas teóricas da teoria da medida (ver [9]), os índices agregados são criados, entre outras coisas, para apoiar decisores políticos na definição de políticas, nem sempre sendo claro quem decide sobre a sua estruturação e consequente agregação. Deve ainda notar-se que o conteúdo e a arquitetura desses índices são condicionados pelas posições ideológicas/interesses dos atores políticos, económicos e sociais envolvidos. Portanto, nem só, como se diz em [8] *"What we measure affects what we do… and if our measurement are flawed, decisions may be distorted..."*, mas também há influências/imposições em sentido oposto, isto é, o que se mede depende das opções político-ideológicas do poder.

2. O carácter multidimensional da avaliação da qualidade de vida e os índices agregados

É bem sabido que o *mainstream* político/económico tem preconizado a medida do *Bem-Estar/Qualidade de Vida* dos países a partir do *Gross Domestic Product (GDP)*, o que corresponde a um índice baseado na produção. Mais recentemente, têm aparecido algumas propostas de simples extensão da ideia original, construindo-se, por exemplo, o chamado *GDP verde*. Por outro lado, é hoje reconhecido por muitos que o *rendimento*, o *consumo* e a *riqueza/prosperidade* dão uma ideia mais correta da situação das pessoas na sociedade do que o *GDP*. Por sua vez, a evolução das medidas económicas para outras medidas de *Bem-Estar/Qualidade de Vida* é essencial, mas ainda tem um longo caminho a percorrer. É bem sabido que a *Qualidade de Vida* é muito mais do que produção ou *standards* de vida. Veja-se, por exemplo, o relatório [8], onde se discute a necessidade de os institutos de estatística disponibilizarem dados e resultados de inquéritos adequados, com vista a desenvolvimentos multi-metodológicos nas definições e avaliação de *Bem-Estar/Qualidade de Vida* e *Sustentabilidade*, tendo em vista substituir a mono-racionalidade do *GDP* por *indicadores agregados* e/ou pela pluri-racionalidade de *dashboards*.

Deve notar-se que o *Bem-Estar/Qualidade de Vida* exige uma avaliação multidimensional, que inclui diversas dimensões não económicas, havendo incomensurabilidade entre elas. Isto levanta diversos problemas. Não é consensual que dimensões devem ser consideradas; é difícil a comparação entre Estados, por razões culturais e técnicas e se, como é a regra, se pretender agregar a informação obtendo um escalar que permita fazer o *ranking* dos objetos em análise, por exemplo os países, temos um problema sério. Em consequência duma obsessão dos poderes, incluindo o da comunicação social, somos constantemente confrontados/bombardeados com os mais variados *rankings*, em tom de competição desportiva entre países, cidades, áreas profissionais, etc, etc, distorcendo muitas vezes a realidade, mas sendo apresentados como se se tratasse de uma atitude tão natural como respirar, e, pior do que isso, pretendendo tirar conclusões simplistas e abusivas que possam justificar medidas/políticas mais ou menos impopulares, ou, noutros casos, servir de suporte a operações de marketing mais ou menos demagógico/enganador. Ao contrário do que muitas vezes nos querem fazer crer não se trata duma prática com profundas raízes civilizacionais. Veja-se, por exemplo, o que disse a este respeito, na passagem de milénio, o conceituado articulista do New York Times, Frank Rich em 1999 [6]: *"Temos tendência a esquecer que quase todas as nossas noções para medir, catalogar e quantificar o Melhor são relativamente recentes… Foi no século XX, e especialmente no século XX americano, que a nossa incessante sede de classificar quase tudo se transformou num empreendimento cultural que raia a obsessão… O impulso que nos leva a fazer listas e catálogos do Melhor é compreensível neste fin de siècle. Vivemos num tempo em que o volume do que sabemos sobre o universo é maior do que conseguimos absorver, e o desesperado desejo de o perceber é uma das nossas ansiedades milenares… Não admira que nos agarremos mais do que nunca à ideia do Melhor – simultaneamente como âncora e como radar -, mesmo que se discorde mais do que nunca sobre o que é".*

Nestas circunstâncias, justifica-se que prestemos um pouco mais de atenção à questão da construção dos índices agregados de *Bem-Estar/Qualidade de Vida*. Trata-se, em geral, duma soma ponderada das medidas escalares de cada uma das dimensões envolvidas. Como seria de esperar, há várias questões que merecem discussão. A saber: a escolha das dimensões/sub-indicadores a integrar e a qualidade das respetivas medidas; o problema da fixação de pesos, que embora sendo atribuídos como coeficientes de importância, na verdade estão associados a *trade-offs/taxas de substituição* e conduzem a índices completamente compensatórios em relação às dimensões incluídas; o problema da construção e normalização das escalas em cada dimensão; o problema da independência das dimensões. Finalmente, deve chamar-se a atenção para a interpenetração entre as normalizações utilizadas e os pesos a atribuir às várias dimensões que, como é óbvio, limita a transparência das agregações e condiciona os resultados obtidos.

O mais famoso destes índices é o *Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)*, proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 1997 (veja-se, por exemplo, em [2]).

O *IDH* corresponde à soma de três indicadores:

1. Um indicador de esperança média de vida, dado por: (esperança de vida à nascença - m) / (M-m), em que "m" é o mínimo e "M" o máximo considerados para a esperança de vida.

2. Um indicador de nível de educação, que corresponde à média ponderada do indicador de alfabetização de adultos (A), dado em percentagem da população, e do indicador de escolarização de adultos (B), também dado em percentagem da população.

Em suma um indicador igual a:

(2A+B)/3 (média ponderada).

3. PIB corrigido por habitante (y). Corrigido, visto que o valor marginal de um euro depende do nível de base. A normalização, para permitir a agregação com os outros indicadores é feita utilizando uma razão de diferenças. Isto é, se considerarmos o máximo (ymax) e o mínimo (ymin), o valor normalizado será (y-ymin)/(ymax-ymin).

A questão essencial consiste em saber quais as potencialidades e limitações deste indicador agregado, nomeadamente tendo em conta os fatores acima referidos. A saber:

- A normalização utilizando a razão de diferenças, se por um lado confina ao intervalo [0,1] a variação dos indicadores em que é utilizada, facilitando a agregação, por outro depende da fixação dos valores "max" e "min" utilizados, e a sua variação pode alterar a posição relativa de dois objetos (neste caso países), no que diz respeito ao valor do indicador agregado.
- Utiliza-se uma soma não ponderada dos três indicadores parciais, após normalização, o que corresponde a utilizar pesos iguais, e, portanto, existirá completa compensação entre os valores dos indicadores parciais. Isto é, a diminuição num deles poderá sempre ser compensada pela subida noutro, seja qual for a amplitude dessa variação, o que não parece muito adequado quando se avalia a qualidade de vida duma sociedade.
- O uso de um modelo de agregação de *soma ponderada* pressupõe a independência dos indicadores parciais, o que manifestamente não acontece. Por exemplo, a diminuição do produto per capita conduz à redução da esperança de vida, havendo portanto uma dependência entre os dois indicadores. Note-se ainda que, em geral, há um efeito cumulativo de várias desvantagens (sinergias negativas), o que não pode ser contemplado num modelo linear.
- Tratando-se duma média aritmética, não pode traduzir as desigualdades quer regionais, quer de classe social ou de género dentro de cada país. A não valoração de desigualdades é, portanto, uma das limitações deste indicador, o que é sempre difícil de contemplar em índices deste tipo.

Por outro lado, o *IDH* tem a grande vantagem de ser simples e de se basear em indicadores parciais que existem para um grande número de países, permitindo uma comparação com base alargada, mas sustentando-se apenas em alguns aspetos objetivos da *Qualidade de Vida.*

Apesar das suas limitações, há defensores acérrimos do *IDH* e de outros índices agregados, chamando a atenção, no seu argumentário, para a influência que o *GDP* ainda hoje tem…

Nestas circunstâncias, mais do que uma cruzada contra o *GDP* e suas extensões e/ou contra os vários índices agregados, hoje ao nosso dispor na *Internet*, e que conferem à vida pública uma máscara de falsa transparência, há que propor abordagens complementares que, de facto, possam contribuir para um aprofundamento do conhecimento e da transparência sobre o *Bem-Estar/ Qualidade de Vida* dos cidadãos e das sociedades.

Antes de introduzir uma proposta que pretende responder a alguns dos desafios em aberto neste domínio, faremos uma apresentação muito resumida dos fundamentos metodológicos/ filosóficos subjacentes a algumas das principais abordagens, objectivas e subjetivas, da avaliação da Qualidade de Vida discutidas em [8]. A saber: *SWB (Subjective Well-Being)*, *Theory of Fair Allocations* e o *Capability Approach*.

A complementaridade destas aproximações é muito bem evidenciada em [8], mostrando-se que os vários métodos de avaliação da qualidade de vida, baseados nas aproximações referidas, correspondem a formas diversas de questionar essa mesma *Qualidade de Vida*.

Vem de longe a tradição que considera "os indivíduos como os melhores juízes da sua própria condição". É esta a raiz filosófica da avaliação subjetiva do *Bem-Estar/Qualidade de Vida (SWB – Subjective Well-Being)*. Esta aproximação está muito ligada à psicologia e à tradição "utilitarista", procurando maximizar-se a soma de utilidades individuais, não havendo qualquer preocupação com as desigualdades. Apesar de considerarmos esta perspectiva muito redutora, reconhecemos a importância dos aspectos subjetivos na avaliação do *Bem-Estar* Em resumo, as principais limitações das medidas de *Subjective Well-Being* têm a ver com a impossibilidade de validar os dados, por exemplo, utilizando *benchmarks* objetivos, e a dispersão é muito difícil de medir.

Quanto à mais antiga das chamadas tradições objectivas, tem por base a *Welfare Economics,* propondo a inclusão de dimensões não mercantis da *Qualidade de Vida* (por exemplo, a saúde, a educação, o envolvimento das pessoas na vida política e social, a segurança pessoal e económica, etc), respeitando as preferências das pessoas na ponderação das várias dimensões. A versão clássica baseada na noção de *willingness-to-pay,* tem também forte ligação à teoria da utilidade. Em contraponto, quando se faz apelo à chamada teoria das *fair allocations*, pretende-se ter em conta a equidade e a *fairness*. Esta aproximação pretende evitar o enviesamento em favor das preferências dos mais ricos, manifestamente presente na versão baseada na *average willingness to pay*.

Finalmente, a *capability approach* [7], baseada nas ideias de Sen, com raízes na filosofia moral, apesar das dificuldades de implementação, é certamente indispensável para avaliar a *Qualidade de Vida* numa sociedade do futuro, mais transparente e participada e com grande sensibilidade para todos os tipos de desigualdade. A vida é modelada como uma combinação de *doings e beings – functionings* e avalia a *Qualidade de Vida* em termos de liberdade, encarada num sentido muito amplo, como a possibilidade de optar por combinações diversas das *functionings – capabilities,* isto é oportunidades para desenvolver o nosso próprio futuro.

Pôr em prática esta aproximação implica: escolher as dimensões a considerar, recolha de dados/ informação (mais fácil de obter para os *doings e beings* do que para as *capabilities/oportunidades* das pessoas – por exemplo, é mais fácil ter dados (descritores) sobre o estado da instrução das pessoas, do que sobre as *oportunidades (freedoms)* de intervir na vida pública, embora estejam ligadas…), e, finalmente, é preciso considerar a valoração das *capabilities*. Note-se que, nesta aproximação, o *Subjective Well-Being* é encarado como mais um aspecto da *Qualidade de Vida*. É sabido que os defensores desta aproximação *"recognize genuinely distinct, plural and incommensurable achievement…".* Então, em geral, são *"reluctant to engage in the construction of indices that summarize the evaluation of an individual situation into a single number, although some methods of aggregation that draw on this perspective are discussed by proponents of the approach"*, [8].

3. Proposta de um sistema não compensatório de apoio à análise em *dashboards*

Vimos no parágrafo anterior o carácter multidimensional do *Bem-Estar/Qualidade de Vida*, e que muitos dos que se baseiam nas ideias seminais de Sen sobre a noção de *capability* consideram inadequada a agregação de várias dimensões num único índice escalar. Outros autores apresentam, desde há bastante tempo, perspectivas multidimensionais. Por exemplo, em [5], pode ler-se: *"We have argued that Social Indicators, Subjective Well-Being measures, and Economic Indices are needed in union to understand human quality of life, and to make informed policy decisions. Although the various measures each have a number of strengths and weaknesses, they are methodologically and conceptually complementary. Quality of life is a complex, multifaceted construct that requires multiple approaches from different theoretical angles".*

Em 2011, a OCDE disponibilizou na *Internet* um índice interativo de *Qualidade de Vida designado BetterLife Index* [1]. Note-se que se trata duma avaliação multidimensional, em que se consideram 11 dimensões incluindo aspetos económicos, aspetos sociais, aspetos ambientais e ainda avaliações subjetivas de satisfação, com vista à avaliação dos 34 países da OCDE.

As críticas que haveria a fazer são muito semelhantes ao que dissemos do *IDH*, visto que se trata duma soma ponderada (portanto assume-se a completa compensação entre dimensões), a normalização usada é a razão de diferenças (com os problemas que levanta, nomeadamente no que se refere à fixação dos valores "máximo e mínimo"), e, obviamente, assume-se a independência das várias dimensões. Contudo, trata-se duma ferramenta interativa muito aliciante, que permite ao utilizador fazer experiências ganhando sensibilidade

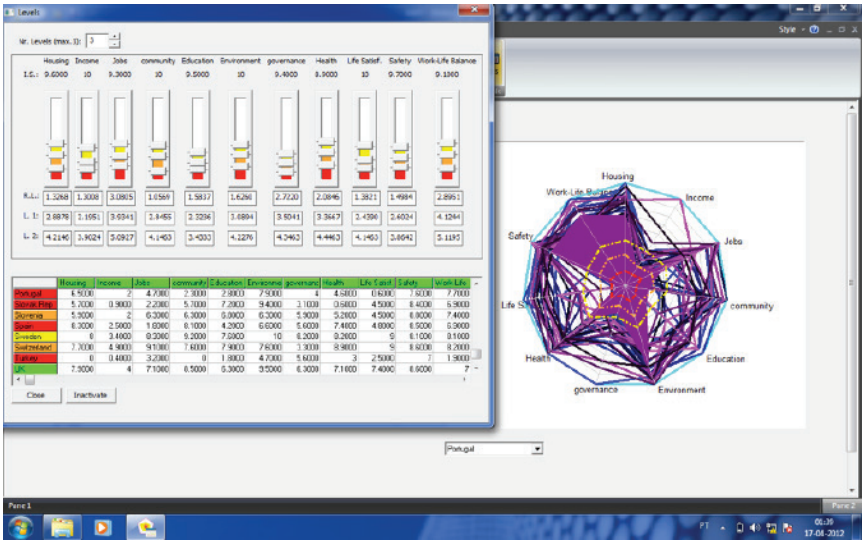


Figura 1: Painel de controlo interactivo de implementação do Método Conjuntivo.

à questão das medidas de *Bem-Estar/Qualidade de Vida*. Propomos, em alternativa, uma outra ferramenta interativa que, tentando manter os aspetos positivos do *BetterLife Index*, mas permitindo ultrapassar, ao menos parcialmente, as limitações dos métodos de agregação aditiva, permite outrossim construir uma aproximação não compensatória para a análise do *dashboard* de avaliação multidimensional.

O *software* de suporte à nossa proposta é uma adaptação do desenvolvido inicialmente num âmbito de apoio à decisão, integrado num sistema de apoio à decisão dedicado a problemas de localização. Encontra-se descrito em [3].

Trata-se duma metodologia baseada numa implementação interativa do *Método Conjuntivo,* permitindo a consideração de até três limiares de desempenho, permitindo classificar os objetos em avaliação em quatro classes, a saber: Não Aceitáveis, Aceitáveis, Bons e Muito Bons. A fixação de cada um dos três limiares, que delimitam os quatro níveis de desempenho, pode ser efectuada através de elevadores (à esquerda na Figura 1), ou de controlos deslizantes sobre o gráfico "radar", à direita na figura.

O *printscreen* da Figura 1 serve-nos para apresentar o painel de controlo interativo que o *software*, quando adaptado à avaliação de *dashboards* de avaliação multidimensional de *Bem-Estar/Qualidade de Vida,* põe à disposição do utilizador. Os dados e as dimensões de avaliação correspondem aos utilizados no *BetterLife Index* da OCDE e o perfil apresentado corresponde a Portugal. Para mais detalhes veja-se [4].

No caso da Figura 1, para os limiares definidos, nos objetos/países visíveis no *printscreen* há um objecto/país muito bom, um bom, dois satisfatórios e quatro não aceitáveis.

Através da manipulação interativa dos limiares de desempenho, consegue-se aprofundar o conhecimento sobre eventuais variações na classificação dos objetos em avaliação, perante os níveis requeridos para os atributos envolvidos.

Confrontemos este processo de agregação, com a utilização de *somas pesadas*, que já criticámos, e que é usado, por exemplo, no *IDH* e no indicador interativo da OCDE *BetterLife Index*.

Em primeiro lugar, uma vez que, neste caso, não há agregação inter-critério, não há necessidade de reduzir à mesma escala as várias dimensões do problema, o que evita todas as possíveis distorções associadas, a que fizemos referência atrás. Mais ainda, trata-se de um processo de agregação não compensatório, evitando-se a questão de um fraco desempenho numa dimensão poder sempre ser compensado por um desempenho elevado noutra dimensão. Neste caso, também não há necessidade de assumir a independência das vários dimensões, o que é excelente, porque, como vimos, trata-se de uma exigência demasiado forte. São portanto contornadas as principais limitações do uso de *somas pesadas*. O preço a pagar é não obtermos um *ranking*, mas apenas uma classificação dos objetos em avaliação.

Por outro lado, e apesar da grande flexibilidade da ferramenta proposta, no que se refere à fixação/variação de limiares, há que encarar o problema de saber como fixar valores de referência para esses limiares, o que não é fácil. Note-se que se trata dos únicos parâmetros que há necessidade de fixar neste sistema. É sobre este ponto que estamos a trabalhar, entre outras coisas, fazendo apelo ao *framework* do *capability approach*, proposto por Sen [7] e atrás mencionado. Finalmente, chama-se a atenção para uma questão importante, a partir do seguinte exemplo: um determinado objecto será considerado muito bom quando ultrapassar todos os limiares de muito bom das várias dimensões. Contudo, pode não ser o mais adequado fixar esses limiares de forma independente, visto que há claramente dependências entre as várias dimensões e que, para além disso, normalmente também há sinergias positivas e negativas entre elas. A ferramenta informática não poderá executar completamente esta tarefa, com características iminentemente qualitativas, envolvendo também aspectos subjetivos, mas pode ajudar, já que poderemos introduzir em *background* restrições à variação dos limiares, criando assim limitações à sua variação relativa.

Referências

[1] BetterLife index, OECD. Disponível em http://www.oecdbetterlifeindex.org.

[2] Bouyssou, D., Marchant, T., Perny, P., Pirlot, M., Tsoukiàs, A.,Vincke, P., Les indicateurs en perspective, mais tarde tratado no cap. 4 de *Evaluation and Decision Models: A Critical Perspective*, Kluwer, 2000.

[3] Clímaco, J., Captivo, M.E., Fernandes, S., Classificação Multi-Atributo Suportada por uma Versão Interactiva do Método Conjuntivo, *CIO – Working Paper,* nr. 9, 2011.

[4] Clímaco, J., Craveirinha, J., Multidimensional Evaluation of the Quality of Life – a new non-compensatory interactive system, *INESC-Coimbra Research Reports*, nr. 6, 2012.

[5] Diener, E., Suh, E., Measuring quality of life: Economic, social, and subjective indicators, *Social Indicators Research*, 40, 189-216, 1997.

[6] Rich, F., Melhor Porquê, *The New York Times Magazine*, 1999.

[7] Sen, A., *Commodities and Capabilities*, Oxford University Press, 1999.

[8] Stiglitz, J., Sen, A., Fitoussi, J.P., *Report by the Comission on Measurement of Economic Performance and Social Progress*, Bruxelas, União Europeia, 2009.

[9] Vansnick, J.C., Measurement theory and decision aid, Readings in Multiple Criteria Decision Aid, C. Bana e Costa (ed.), Springer Verlag, 81-100, 1990.

O GRUPO DE ANÁLISE MATEMÁTICA, OPTIMIZAÇÃO E MODELAÇÃO FINANCEIRA DO CENTRO DE MATEMÁTICA APLICADA À PREVISÃO E DECISÃO ECONÓMICA (CEMAPRE)

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Maria do Rosário Grossinho,
Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG),
Universidade Técnica de Lisboa

O Grupo *Análise Matemática, Optimização e Modelação Financeira* é um dos três grupos de investigação do Centro de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica (CEMAPRE), acolhido pelo Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa.

Constituído em 2007, conta presentemente com 26 membros, dos quais 16 investigadores doutorados e 10 alunos de doutoramento, empenhados no estudo de diversos tópicos tais como equações diferenciais parciais, análise numérica, análise estocástica, optimização, teoria do controlo, sistemas dinâmicos, computação e modelação financeira.

Conjugando a busca do conhecimento e o desenvolvimento científico com a atenção devida às exigências do mundo moderno, os investigadores do Grupo têm pautado a sua actividade pela coordenação da investigação fundamental com a aplicação às questões emergentes do mundo que nos rodeia.

O aproveitamento das sinergias que a multidisciplinaridade dos tópicos de estudo abordados evidencia tem levado ao desenvolvimento de trabalho científico quer a nível fundamental quer em várias vertentes aplicadas, nomeadamente em modelos, deterministas e estocásticos, de reconhecida relevância nas ciências económicas e financeiras.

Fundamentos

Como pano de fundo da actividade científica do Grupo, em que se definem de forma directa ou indirecta os interesses científicos de todos os investigadores, referimos a modelação financeira, assunto de grande actualidade que faz apelo, de forma cuidada e rigorosa, a áreas matemáticas diversas.

Com efeito, a modelação de activos de risco, sua valoração, e a análise e gestão de risco constituem tópicos aplicados de finanças considerados entre os mais complexos do ponto de vista matemático. Assentando primordialmente no cálculo estocástico, o seu desenvolvimento está intimamente relacionado com a história da integração estocástica.

Aquilo que se refere comummente como Matemática Financeira pode ser considerado de modo ingénuo como o resultado de dois vectores, a integração estocástica e a modelação de preço de activos dos mercados financeiros, que funcionam em ambiente de elevado grau de incerteza. Numa visão mais abrangente, diremos ainda que a Matemática Financeira trata do estudo sistemático dos modelos matemáticos com aplicação às finanças, nomeadamente, na determinação do valor de activos e derivados, estruturação de carteiras de investimento, análise de risco e simulação, fazendo uso das disciplinas Análise Estocástica, Equações Diferenciais Parciais, Estatística e Econometria na construção dos modelos e estudo das respectivas relações e propriedades. Os desenvolvimentos teóricos são de forma quase imediata implementados na indústria financeira uma vez que os instrumentos financeiros estão em permanente evolução.

Organização

Na senda do reforço da organização científica e da respectiva produtividade, surgiram de forma natural dois agrupamentos informais: o Lisbon Dynamical Systems Group *http://cemapre.iseg.utl.pt/~lxds* e o Lisbon Financial Mathematics Group *http://cemapre.iseg.utl.pt/finmath* que, em particular, dinamizam seminários temáticos.

O primeiro agrupamento é constituído por matemáticos cujo trabalho, incidindo em sistemas dinâmicos, cobre várias áreas tais como dinâmica Hamiltoniana e simplética, teoria ergódica, renormalização, mecânica clássica, sistemas dinâmicos aleatórios, aplicações à física matemática e matemática financeira.

O segundo agrupamento dedica-se à matemática financeira. Como tópicos principais referimos equações não lineares de tipo Black-Scholes, processos de Lévy e equações integro-diferenciais associadas, aproximação numérica de equações lineares parabólicas, generalizando a equação de Black-Scholes, optimização e teoria de controlo com aplicação à finança.

No Grupo existem ainda investigadores que se dedicam à optimização combinatória e suas aplicações à indústria.

O trabalho do Grupo tem beneficiado na sua gestão de financiamento do centro em que se insere, bem como de aprovação de projectos de investigação em concursos diversos.

Para além de concurso com sucesso a projectos da FCT, a internacionalização tem sido um objectivo. Assim, regista-se neste momento a existência de dois projectos a nível internacional: um projecto europeu Marie Curie ITN *"STRIKE - Novel Methods in Computational Finance"* (2013-2016) e um projecto transnacional FCT Portugal-Eslováquia *"Analysis of Nonlinear Partial Differential Equations in Mathematical Finance"* (2013-2014).

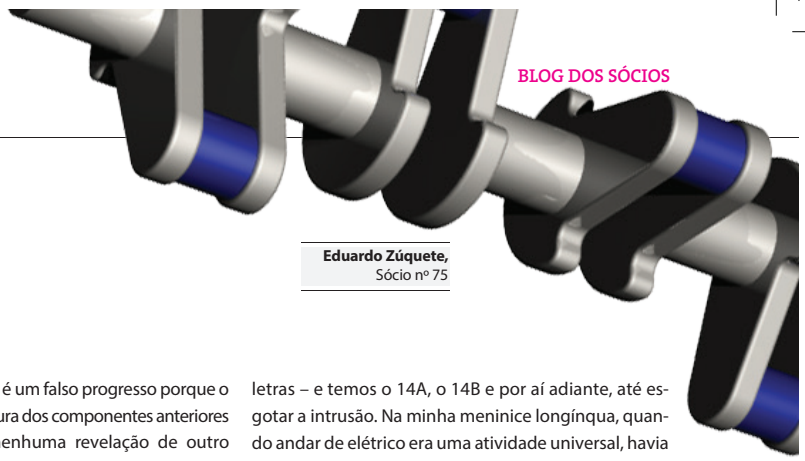
A publicação nos últimos cinco anos de mais de cinco dezenas de artigos, com arbitragem, sendo a maioria referenciados no ISI, a organização ou co-organização de eventos, desde cursos e colóquios a conferências internacionais, e a significativa participação em encontros internacionais, com apresentação de palestras, evidenciam o dinamismo científico existente bem como os critérios de rigor e exigência que têm pautado a actividade dos membros do Grupo.

Constitui também objectivo sistemático o apoio à formação pós-graduada e à transferência de conhecimentos e de tecnologia, nomeadamente através da dinamização de programas de *post-doc* e de visitantes. O Grupo está envolvido no Mestrado em Matemática Financeira do ISEG e no programa de Doutoramento em Matemática Aplicada à Economia e Gestão.

Conclusão

O Grupo *Análise Matemática, Optimização e Modelação Financeira* tem revelado desde a sua constituição um dinamismo crescente, comprovável pelos resultados aos diferentes níveis da sua actividade. É com alegria e orgulho que constatamos este facto.

Apesar das dificuldades políticas e financeiras da actualidade mantemos o optimismo no futuro do Grupo, optimismo esse justificado pela qualidade do trabalho dos seus investigadores a que se juntam a determinação e força anímica que um dia nos levaram a constituí-lo.



BLOG DOS SÓCIOS

A CAMBOTA DE PORCELANA

Eduardo Zúquete,
Sócio nº 75

Quando se analisam, de um certo ponto de vista, as seis operações aritméticas elementares é-se tentado a reuni-las em dois grupos – aquelas cujo resultado é maior que os componentes (soma, multiplicação, potenciação) e as outras, onde sucede o contrário (subtração, divisão, radiciação). Esta divisão sugere, numa leitura breve, que o crescimento está associado às primeiras e a retração ou redução às últimas, mas uma análise mais atenta mostrará que esta apreciação pode ser ilusória. Na realidade, nas primeiras operações o resultado pertencerá sempre ao conjunto das partes, donde o crescimento nunca encontra terreno novo, enquanto nas outras isto pode não acontecer emergindo então, dessa redução, todavia alguma inovação ou diferença. Foi exatamente por esta via que o nosso mundo numérico primitivo foi alargado a outros mundos não intuitivos – os números negativos, os números fracionários, os números irracionais.

Reza a história que este alargamento não foi pacífico. Os números negativos – os números surdos, como eram designados no Renascimento – provocaram muita celeuma e o principal argumento dos seus detratores era fruto, por sua vez, de uma visualização muito limitada do problema (*como se pode tirar algo de onde não há nada para tirar?*); a relutância em evidenciar números negativos deu mesmo origem ao sistema de contabilidade por partidas dobradas, que ainda hoje vigora e é um notável exemplo de arquitetura mental e poderá ainda estar presente, penso eu, no estabelecimento da escala termométrica dita de Fahrenheit, cujo zero corresponde a uma temperatura pouco provável nos locais usualmente habitados. No caso dos números irracionais, o caso foi mais dramático porque a escola pitagórica, cuja divisa era *mundum regunt numeri*, os números regem o mundo, foi ferida de morte pela aplicação do teorema dito justamente de Pitágoras ao quadrado de lado unitário, caso mais simples. O mundo pitagórico aceitava números inteiros e fracionários – até as notas de música eram redutíveis a quocientes entre valores inteiros – mas não estava preparado para números irracionais que foram exatamente descobertos pela mais simples aplicação do teorema. Finalmente, o resultado da radiciação aplicada a números negativos foi tão insólito que até o símbolo i – de imaginário – foi o escolhido para a sua representação.

O autor norte-americano Al Ries, na sua obra *A Origem das Marcas*, dá nomes a estas duas situações – chamando **convergência** ao primeiro caso e **divergência** ao segundo. No seu entendimento, e tal como acontece na evolução biológica, é a divergência que permite a modificação das espécies e a sua evolução: as girafas que, incidentalmente, tinham o pescoço mais comprido foram as que sobreviveram quando a comida subiu de nível. Pelo contrário, a convergência é um falso progresso porque o resultado não sai da moldura dos componentes anteriores e não corresponde a nenhuma revelação de outro mundo conceptual. E dá, como exemplo de convergência recorrente, o caso do automóvel-avião que fascina os convergentes – profetas inventores que, segundo ele, são incansáveis e incorrigíveis. Na realidade, o automóvel-avião é uma tolice porque o automóvel tem de ser pesado para aderir à estrada e o avião terá de ser leve para descolar da estrada e a síntese, produto de uma convergência perfeita e inútil, será sempre um *flop*. E ainda bem que assim acontece porque imaginar o trânsito atual das nossas cidades transposto para o espaço, com mais uma dimensão de liberdade e sem esquinas nem valetas, é, por si só, um pesadelo horroroso acrescentado ao pesadelo quotidiano.

Na vida de todos os dias, lidamos em tempos diferentes com as duas **vergências** – para utilizar um neologismo inteligente dos autores franceses para a grandeza dita potência focal, que pode ser convergente ou divergente – e não há razão nenhuma que leve a dizer que uma é melhor que outra: podem é ser mal interpretadas ou mal aplicadas para o fim em vista.

No futebol (uma citação futebolística é, claramente, uma convergência populista...) a equipa que joga maravilhosamente a meio campo, oferecendo requintado espetáculo, pratica um futebol convergente enquanto que aquela que mete os golos indispensáveis está do lado da divergência. A convergência dá espetáculo, encanto, luzimento, mas é o golo, que é sempre uma divergência, que faz inovação e ganha o jogo. O verdadeiro aficionado pode não conhecer os termos, nem dominar os conceitos, mas é implacável na apreciação: a solução que lhe interessa é a divergente, porque é a que dá golos, pontos, campeonatos e fabrica os indispensáveis heróis.

Quando se atribuem números de polícia às portas das casas em meio urbano podem usar-se dois critérios – o sequencial e o métrico. No primeiro, o mais popular, as portas recebem número pela ordem em que se apresentam, pares de um lado e ímpares do outro, ignorando os espaços intermédios; no segundo, as portas existentes recebem um número igual à distância à origem da rua, calculada em metros, arredondada para o número, par ou ímpar, conforme o lado que fique mais próximo. Como não é plausível abrir três portas numa extensão de dois metros, fica interditada a possibilidade de haver duas portas com o mesmo número.

Quando aparecem novas portas intercaladas noutras anteriormente numeradas, as soluções são, todavia, muito diferentes. No primeiro caso, há que recorrer a letras – e temos o 14A, o 14B e por aí adiante, até esgotar a intrusão. Na minha meninice longínqua, quando andar de elétrico era uma atividade universal, havia um local onde impreterivelmente insistia em ir à janela – para remirar, uma vez mais, com um prazer que hoje me maravilha, o 1M da Rua do Poço dos Negros que seria, ao tempo, – talvez ainda hoje – o máximo atingido por este sistema de numeração.

Numa praia do norte do País ocorre uma situação singular, das várias que este sistema permite. No primeiro quarteirão da rua só havia uma porta – e a ela foi criteriosamente atribuído o número 1; no segundo quarteirão havia duas portas – e elas receberam os números 3 e 5. Até aqui tudo bem, a regra foi obedecida. Com o andar dos tempos, no terreno a montante do número 3, a parede anterior foi substituída por duas moradias minúsculas, cujas portas receberam os números 1A e 1B, solução acertada, embora enviesada porque o número 1 fica no outro quarteirão. Mas, neste último, sucedeu recentemente uma alteração de tomo: o dono do terreno faleceu e se os herdeiros se lembrarem de abrir uma porta no muro actual, que fica a montante do número 1, ou nele criarem uma das tais moradias minúsculas que estão na moda, não existe, aparentemente, solução possível para o problema.

Trata-se claramente de um sistema de numeração divergente, todavia de uso mais popular que o seguinte.

Estas dificuldades não se põem no outro sistema, que crismámos, por simplicidade, de métrico e que é claramente convergente porque, seja qual for o local onde surja uma nova porta, lá estará, escrito a tinta simpática no eixo da via, o número rigoroso que a ela e só a ela pertence, propriedade fundamental e importante do processo. E mais ainda: o sistema de numeração métrico informa, quem busca o local, a sua distância à origem e, também, outra vantagem não despicienda, nasce exactamente quando nasce a rua, ainda no papel – evitando a precária designação de "Lote nº ..." que às vezes perdura anos a fio até ser convertida em número de polícia, com custos não negligenciáveis para o utilizador (um exemplo conheço com mais de 40 anos de demora, prazo que fala por si).

Mas aí lutamos com outro problema, que tenho como mais difícil de entender – o horror ao vácuo numérico, que é generalizado. O facto de aparecerem saltos na sequência numérica configura aparentemente uma divergência dentro de um modelo convergente que incomoda a maioria dos utilizadores e torna impopular este método (todas as divergências são impopulares e colidem com os conceitos ou preconceitos estabelecidos), restringindo a sua utilização. Por exemplo, as

saídas das autoestradas seguem o primeiro critério, o que pode levantar um problema quando aparecer a tal saída nova entre a 6A e a 6B, situação que estaria à nascença resolvida com o segundo critério. Se as saídas tiverem o número do quilómetro onde se situam, nunca surgirão dificuldades de aplicação do método e, para o condutor, o facto do número da saída ser significativo (indica a distância à origem) torna-se num auxiliar de navegação simples.

Não abandono o tema sem citar, *en passant*, uma terceira via lusitana para solução do problema, solução de mérito mais do que duvidoso. O portão principal da moradia obedece ao critério métrico – imagine-se, por exemplo, 1384 – mas o portão lateral que serve a garagem ao fundo do quintal foi numerado com o 1384A. A suposta convergência de ambos os critérios resulta numa salada sem nexo.

Na mesma linha de pensamento, a alteração do número de sócio para "limpar" a lista de falecidos e desistentes é uma operação recorrente em certas instituições, desnecessária porque os números elevados são facilmente digeríveis nos tempos em que lidamos sem problemas com telefones e NIF's de 9 algarismos e NIB's bancários de 21, mas todavia muito estimada porque acaricia o ego dos sócios mais antigos e também (julgo eu) porque permite compactar o conjunto e suprimir, mesmo precariamente, os horrendos buracos abertos, pelo tempo, na série numérica. Fica para meditação a validade temporal da receita: os sócios de mais baixa numeração são os mais idosos e, portanto, os mais habilitados para deixar de o ser, numa simples obediência à ordem natural das coisas. Pode-se até imaginar uma cena provável e desconcertante: quando toda a renumeração, laboriosa e custosamente levada a cabo, está perto do fim, morre subitamente o sócio agora nº 1 e o processo fica totalmente obsoleto, depois de ter custado uma conta calada.

Aliás, este horror ao "vácuo numérico" vem de longe e tem associadas histórias curiosas. Quando o sábio papa Gregório XIII determinou a conversão do calendário juliano no calendário atual, que tomou o seu nome, houve que alterar a numeração dos dias do mês e saltar dez números na série, para acertar os equinócios, real e de calendário. A data escolhida para Portugal e Espanha, dois dos primeiros países a aderir ao novo calendário (o sistema demorou séculos a modificar!) foi o 5 de Outubro de 1582: Santa Teresa de Ávila, doutora da Igreja, que faleceu em Alba de Tormes a 4 de Outubro desse ano, foi enterrada *no dia seguinte*, 15 de Outubro, dia que hoje é justamente venerado como o dia da santa. Mas, rezam as crónicas, houve muita gente que passou por este evento e terá ficado convencida, até morrer, que lhe tinham roubado, sorrateiramente e sem explicação convincente, 10 preciosos dias da sua vida. Estes 10 dias em falta até permitiram a uns foliões imaginativos inventar um tal D. Teodósio cujo brevíssimo reinado ocorreu neste período e que a História, "muito injustamente", não regista.

Quando, muitas luas atrás, eu estudava para engenheiro, tive de enfrentar três disciplinas de desenho – a segunda das quais se intitulava Desenho de Máquinas. Era semestral, lecionada nas traseiras do 1º andar da antiga Faculdade de Ciências de Lisboa, à Escola Politécnica, e o mestre, oficial de Engenharia de imaculada reputação, era competente, rigoroso e taciturno, como convinha. Um dos trabalhos que tínhamos de realizar era o desenho completo de uma cambota – começando o desenho pelo lápis, inscrevendo em seguida as cotas segundo as regras convenientes, passando-o depois cuidadosamente a tinta-da-China, que frequentemente desandava em borrão, dedos sujos, nódoas no fato, desenho estragado; e, finalmente, aguarelando-o, depois de limpeza cuidadosa do lápis remanescente e igualmente em obediência a normas muito rígidas e consolidadas. Tudo coisas que a moderna geração do desenho pelo computador tem a felicidade de poder ignorar mas que pertenciam ao herbário das dificuldades quotidianas que um estudante de Engenharia tinha de enfrentar nos meados do século passado.

Um qualquer incidente de percurso impediu-me de assistir à aula onde o mestre perorou sobre as cores convencionais e, quando retomei o trabalho, fixei-me em duas preocupações – primeira, estava atrasado e tinha que recuperar o tempo perdido, segunda, não me agradava o azul escolhido, não sabia por que razão, por todos os outros colegas mais adiantados. Resolvi inovar, ser diferente – ou seja, para usar o tema desta crónica, resolvi operar uma divergência – e escolhi um tom de azul mais ao meu agrado. Claro, quando os trabalhos foram apreciados, o mestre observou a asneira e foi implacável: "Este senhor aluno entendeu que a cambota de aço vazado não servia e resolveu substituí-la por uma cambota de porcelana (ou de vidro, acrescentou com um encolher de ombros), material que não me parece ser o mais indicado para o fim em vista". Um laconismo severo e imperturbável que os sorrisos fungados da restante turma ainda azedaram mais.

Moral da história: orelhas a arder, desenho novo para evitar a negativa e a convicção, muito útil no futuro, que em matéria de normas não há espaço para a imaginação – exceto, claro, para o legislador. Ou seja, a norma, o regulamento e a burocracia são os campos ideais para a extensão infinita da convergência – sem imaginação, sem sobressaltos, sem alçapões ou perversidades, e com a enorme serenidade da coerência e da disciplina formal. No limite, o mundo dos convergentes é um mundo de horror.

As divergências são fenómenos raros, imprevistos, às vezes salutares, outras não, e a elas segue-se sempre a prolongada convergência – que, como a entropia, cresce sempre. A primeira globalização, a da vela, levou os Portugueses à África e à Ásia e os Castelhanos à América, introduziu a prática da arma de fogo onde ela antes não existia e revelou os animais exóticos a quem os não conhecia, nem sequer imaginava, numa troca singular; mas o seguimento natural do processo histórico atenuou diferenças, reduziu desequilíbrios, homogeneizou procedimentos. Os sucessivos processos de globalização – o do vapor, o do petróleo, o da eletricidade – tiveram exatamente a mesma trajetória: passado o sobressalto da inovação, da divergência, voltou, inevitável e insidiosa, a entropia da convergência.

A evolução do mundo global que hoje vivemos vai depender profundamente de alguma ou algumas divergências, hoje completamente desconhecidas e insuspeitadas, que refresquem a monotonia da normalização e do regime MDM – *Mais Do Mesmo* – cuja exaustão parece estar à vista. Não há lugar para criatividade ou para inovação num universo onde a rapidez da globalização foi enublada pela burocracia, pelo documento inútil, pelo relatório gongórico pesado, caro e que pouco ou nada traz de novo – mesmo que apelemos incessantemente para uma coisa crismada de empreendedorismo que supostamente emergirá deste caldo sem vida. Não há normativos possíveis para a divergência e o mundo convergente não a produz, antes a afasta e exorciza. Ela é singular, imprevista, intemporal, dependente de erros, defeitos, desconformidades, insusceptível de ser regrada, adivinhada ou encaminhada. Não há receita para fazer Mozart's, não é previsível a ocorrência de outros Euler's, não se criam Matisse's em viveiro, não se fabricam Henri Ford's em linhas de montagem. Eles acontecem, simplesmente, por processos tortuosos, bizarros mesmo, inacessíveis à reprodução, refratários à análise, avessos às linhas genéticas, ignorando leituras de ambientes propícios ou nefastos.

Os poetas são sensíveis a este ponto e veem coisas que a nossa pobre visão regular e comezinha não descortina. Pessoa, em si mesmo um espantoso exemplo de divergência, gravou para sempre:

"Deus quer, o homem sonha, a obra nasce."

E Gedeão, outro notável exemplo de singularidade, retomou o tema:

"... Eles não sabem, nem sonham,
Que o sonho comanda a vida..."

Julgo que a Investigação Operacional, com o seu historial maravilhoso de navegação sábia em tempo de divergência poderia ter uma importante palavra a dizer na atual crise donde, julgo eu, só se poderá sair de forma original e imprevista.

Apelo para que as reuniões sobre estas matérias coloquem e debatam problemas, impossíveis ou quase, para estímulo das mentes divergentes remanescentes, antes que elas emigrem de vez. Na certeza dramática que é delas que depende o nosso futuro, não dos inúmeros, irredutíveis e incansáveis convergentes que entaramelam o nosso ambiente de trabalho e acolchoam a nossa decadência – sempre com a convicção inabalável de estar a construir o melhor dos mundos, claro.

Design: ola@sofacoutinho.com
Tiragem: 500