

ENTREVISTA

NICOLE DEHORATIUS

TÉCNICAS DE IO

MODELAÇÃO DO STRESS EM TRABALHADORES ABORDAGEM PLSC-SEM



ARTIGO DE OPINIÃO

O PAPEL DOS MODELOS ANALÍTICOS NOS DESAFIOS RECENTES DE INTEGRAÇÃO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

IO EM AÇÃO

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A OTIMIZAÇÃO CONJUNTA DE INVENTÁRIOS DE SEGURANÇA E TEMPOS DE SEGURANÇA

ÍNDICE

03 ENTREVISTA
NICOLE DEHORATIUS

04 ARTIGO DE OPINIÃO
O PAPEL DOS MODELOS
ANALÍTICOS NOS DESAFIOS
RECENTES DE INTEGRAÇÃO
DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)
Daniel Pereira

08 TÉCNICAS DE IO
MODELAÇÃO DO STRESS EM
TRABALHADORES
ABORDAGEM PLSC-SEM
Luís M. Grilo
Helena L. Grilo

13 IO EM AÇÃO
UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A
OTIMIZAÇÃO CONJUNTA DE
INVENTÁRIOS DE SEGURANÇA E
TEMPOS DE SEGURANÇA
João Gonçalves

16 LUGAR AOS NOVOS
INTEGRAÇÃO DE ESTRATÉGIAS
DE MONETIZAÇÃO NO PROJETO E
PLANEAMENTO
DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO
SUSTENTÁVEIS
Cátia da Silva

19 PT EM IO PELO MUNDO
UMA TRAJETÓRIA ACADÉMICA IN-
TERNACIONAL
NA INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL,
PONTES ENTRE PORTUGAL E FRANÇA
Rita Macedo

20 NOTÍCIAS DA APDIO



ELSA SILVA

Universidade do Minho
Centro ALGORITMI



MARIA JOÃO SANTOS

INESC TEC
Universidade do Minho



SARA MARTINS CORREIA

Escola Superior
de Tecnologia e Gestão
Politécnico do Porto
INESC TEC

EDITORIAL

O foco central da edição 68 do Boletim da APDIO é a Gestão das Operações. Por meio das diversas rubricas, é possível observar como a comunidade portuguesa de IO tem superado os desafios nessa área.

Na entrevista, Nicole Dehoratius, da University of Chicago Booth School of Business discute o desafio da Investigação Operacional em ultrapassar a lacuna entre a academia e a prática, destacando como as colaborações com a indústria auxiliam na resposta a esse desafio e contribuem para aprimorar o conhecimento existente em vários contextos de ensino em todo o mundo.

Já no artigo de opinião, Daniel Pereira aborda o papel dos modelos analíticos diante dos desafios atuais de integração entre vendas e operações. O planeamento integrado é crucial para alinhar funções e evitar problemas como falta de comunicação e desequilíbrio entre oferta e procura. Para lidar com esses desafios, é necessário desenvolver novos modelos analíticos que incorporem decisões adicionais e considerem a incerteza. Além disso, a interação entre decisores humanos e modelos analíticos é fundamental para a adoção bem-sucedida desses modelos.

A rubrica Técnicas de IO escrita por Luís Grilo e Helena Grilo aborda o uso dos Modelos com Equações Estruturais utilizando o estimador de mínimos quadrados parciais. Essa técnica combina a Análise Fatorial com a Análise de Regressão Linear Múltipla e permite analisar as relações entre variáveis observadas e não observadas. Um caso de estudo sobre o stress em trabalhadores de uma empresa industrial portuguesa é apresentado como exemplo. Na rubrica IO em Ação, João Gonçalves apresenta um estudo realizado em parceria com a

Bosch Automotive Electronics, Portugal, que recebeu o Prémio de Excelência Logística 2022 da Associação Portuguesa de Logística. O estudo tem como foco a otimização conjunta de inventários de segurança e tempos de segurança em sistemas de planeamento de requisitos de materiais.

Cátia da Silva no “Lugar aos Novos” aborda a integração de estratégias de monetização no planeamento de cadeias de abastecimento sustentáveis. Explora a importância de responder aos desafios governamentais e industriais por meio de uma gestão eficiente das atividades globais da cadeia de abastecimento, com foco na criação de valor ao longo do ciclo de vida do produto e na sustentabilidade ambiental e social. São discutidos os desafios enfrentados, as ferramentas disponíveis e a forma como a monetização pode ser integrada de forma eficiente.

Rita Macedo conta-nos a sua trajetória académica e profissional, destacando seu envolvimento com a Universidade do Minho, onde obteve licenciaturas em Ensino de Matemática e Matemática Aplicada, e concluiu seu doutoramento na área de Investigação Operacional. Após colaborações internacionais, decidiu estabelecer-se na França, onde é Professora na Universidade de Lille. Mantém conexões com Portugal e procura colaborações científicas entre os dois países. O boletim encerra com notícias de interesse para a comunidade da Investigação Operacional, abrangendo detalhes sobre o próximo congresso da APDIO, os mais recentes projetos financiados, seminários de projetos, assim como prémios e distinções.

ENTREVISTA

What do you think are the main future challenges in the Operations Management (OM) field?

One of the primary challenges in our field is the gap between academia and practice. Academics are rewarded for conducting cutting edge research and inventing new solutions to operational problems. These solutions, however, can often be esoteric and difficult to understand for the typical practitioner. Ananth Raman and Marshall Fisher often advocated for “translators” – those in the academic community who are capable of converting academic research into solutions that can be readily adopted and implemented in practice. I believe we are still lacking these translators. For example, I, along with Andres Musalem and Robert Rooderkerk, document the gap between academia and practice when it comes to the adoption of retail analytics. We identify a variety of obstacles to the adoption of academic solutions that warrant greater attention. Many practitioners are grappling with problems that might have already been “solved” in the academic literature. Ideally, more credit should be given to academics willing to work with practitioners to help them bridge the gap.

Given your collaborations with industry leaders, can you give us an overview of the type of projects you have conducted and the importance of engaging in such efforts?

I believe it is very important for research to focus on problems facing industry leaders. Therefore, I spend a lot of my time observing processes within firms, speaking with and listening to industry leaders. My objective is to understand what challenges they are facing and whether the tools we have as researchers can address these challenges. However, I cannot work in isolation from the academic literature. Therefore, during my discussions with industry leaders, I am constantly thinking about the literature that already exists and how solving their challenge might contribute to (enhance, extend) the knowledge that already exists in our field.

A few of my favorite projects include working with decision-makers (DM) to design a field experiment that helped the research team to develop and test a variety of inventory auditing

techniques. Or, my work with Hugo Boss, where we observed a natural experiment and were able to quantify the impact of a supply chain change.

In most of my collaborations, my goal is to write an academic paper, a managerial paper, and a case – so the work that we do as a research team can speak to multiple audiences – our peers, practitioners, and our students.

Having taught in executive programs and companies around the globe, do you observe any differences between countries?

Students around the globe share an inherent willingness to learn and motivation to work hard and improve their skill set. Where I have observed differences is less in the students than it is in the need for context-specific teaching examples. For instance, when I would show pictures of US-based retail distribution centers, my students in Europe would often be appalled as the inventory was all over the place, the DC floor disorganized, and more. In Europe, automation of warehouses was more commonplace, and thus, we needed to adjust our examples to the context. Similarly, retailers in Asia tend to outpace US-based retailers in terms of their technology adoption. For example, the ability to order from a QR code on a billboard in the train station. These were customer service innovations that did not exist in the US. Recognizing that firms in a given industry are shaped by the context in which they operate has been critical to effective teaching in a variety of locations.

“RESEARCHERS NEED TO FIRST AND FOREMOST UNDERSTAND THE PHENOMENA THEY ARE STUDYING. SPEND TIME IN THE FIELD, SPEAKING WITH PRACTITIONERS, AND LISTENING TO THE CHALLENGES FACED BY INDUSTRY LEADERS. NEVER MISS AN OPPORTUNITY TO LEARN FROM OTHERS”



NICOLE DEHORATIUS

ndehorat@ChicagoBooth.edu
University of Chicago Booth School
of Business

O PAPEL DOS MODELOS ANALÍTICOS NOS DESAFIOS RECENTES DE INTEGRAÇÃO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)



DANIEL PEREIRA

Senior Manager na LTPlabs
daniel.pereira@ltplabs.com

QUAL O PAPEL DO PLANEAMENTO INTEGRADO ENTRE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP) NUMA ORGANIZAÇÃO?

Independentemente da sua dimensão, as organizações encontram-se tipicamente divididas em diferentes funções. Estas podem estar mais orientadas à função comercial da empresa, como as Vendas ou o Marketing, ou destinadas a tirar o melhor partido dos recursos existentes para satisfazer a procura, como a Produção ou Distribuição. Imaginem o potencial de sucesso de uma organização onde estas funções não comuniquem: muito provavelmente as equipas comerciais acabarão a promover produtos que a empresa não consegue satisfazer no tempo e na quantidade requeridas, e as equipas operacionais, na ânsia de otimizar recursos, estarão inclinadas a privilegiar a eficiência interna em detrimento da rápida satisfação das necessidades do mercado.

O planeamento integrado entre vendas e operações (em inglês, *Sales and Operations Planning*, ou S&OP) surge como um exercício de planeamento que visa mitigar estes efeitos, e promover o alinhamento entre as várias funções de uma organização. Trata-se de um exercício de planeamento com um horizonte de 3-18 meses, que visa gizar um plano único que guie as várias funções da empresa no médio prazo.

De um ponto de vista histórico, duas correntes evolutivas explicam o aparecimento do conceito S&OP. Do lado da literatura de negócios, o termo foi introduzido por Dick Ling [1] no final dos anos 80, como um driver de competitividade para garantir o sucesso das implementações MRPII. Do ponto de vista académico, S&OP é visto como uma extensão do planeamento agregado de produção e aparece no trabalho seminal de Holt et al. na década de 50 [2]. O conceito foi evoluindo para consistir na integração de um plano de vendas e de um plano de produção. Literatura mais recente discorda da política de 'asfixia' imposta por um plano de vendas nos departamentos de operações, e propõe que a geração do plano S&OP seja vista de forma síncrona – para permitir não só a otimização dos recursos, mas também a satisfação dos

segmentos de procura mais atrativos e nas condições mais benéficas [3].

No entanto, apesar desta visão, o nível de implementação e adoção de abordagens S&OP difere entre setores e organizações. Para sistematizar estes diferentes estágios de desenvolvimento, vários autores têm lançado *frameworks* que permitem classificar a maturidade de uma organização. Entre eles, de realçar o proposto por Grimson and Pyke [4] que classifica a maturidade na adoção de um programa S&OP em cinco estágios, em cinco dimensões: *Meetings e Colaboração, Organização, Medição, Tecnologia de Informação* (onde se podem incluir os modelos analíticos de apoio à decisão), e *Integração* (ver Figura 1). Neste mesmo estudo, é apresentada uma pesquisa de campo em 15 empresas que sugere a dificuldade das empresas em atingir os níveis de maturidade mais elevados (ver Figura 2). Mesmo em estudos mais recentes [5] estas conclusões se mantêm, sugerindo a necessidade de trabalho contínuo na área.

DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Os últimos anos têm sido marcados por disrupções acentuadas nas cadeias de abastecimento, desde a crise de falta de matérias-primas, passando pelos efeitos da pandemia e chegando, mais recentemente, à crise inflacionária. Paralelamente, os modelos de negócio têm evoluído e, em concordância, o planeamento das organizações tem-se revelado incrementalmente mais complexo. Alguns exemplos:

- **Aumento do portefólio de produtos** explicado, por um lado, pela pressão exercida, desde os *players* industriais *Business-to-Business* (B2B) até às empresas de bens de consumo, para uma maior customização e adequação às necessidades dos consumidores. Por outro, a emergência de estilos de vida mais saudáveis tem levado à proliferação de todo um novo nicho de consumo, com impacto também na diversificação de gama;
- **Dinâmicas de preço mais voláteis e customizadas**, motivadas pelo alargamento da arena e incidência promocionais, e neces-

	STAGE 1 NO S&OP PROCESSES	STAGE 2 REACTIVE	STAGE 3 STANDARD	STAGE 4 ADVANCED	STAGE 5 PROACTIVE
Meetings and Collaboration	<ul style="list-style-type: none"> • Silo Culture • No meetings • No collaboration 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussed at top level management meetings • Focus on financial goals 	<ul style="list-style-type: none"> • Staff Pre-Meetings • Executive S&OP Meetings • Some supplier/customer data 	<ul style="list-style-type: none"> • Supplier and customer data incorporated • Suppliers and customers participate in parts of meetings 	<ul style="list-style-type: none"> • Event driven meetings supersede scheduled meetings • Real-time access to external data
Organization	<ul style="list-style-type: none"> • No S&OP organization 	<ul style="list-style-type: none"> • No formal S&OP function • Components of S&OP are in other positions 	<ul style="list-style-type: none"> • S&OP function is part of other position: Product Manager, Supply Chain Manager 	<ul style="list-style-type: none"> • Formal S&OP team • Executive participation 	<ul style="list-style-type: none"> • Throughout the organization, S&OP is understood as a tool for optimizing company profit
Measurements	<ul style="list-style-type: none"> • No measurements 	<ul style="list-style-type: none"> • Measure how well Operations meetings the sales plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Stage 2 plus: • Sales measured on forecast accuracy 	<ul style="list-style-type: none"> • Stage 3 plus: • New Product Introduction • S&OP effectiveness 	<ul style="list-style-type: none"> • Stage 4 plus: • Company profitability
Information Technology	<ul style="list-style-type: none"> • Individual managers keep own spreadsheets • No consolidation of information 	<ul style="list-style-type: none"> • Many spreadsheets • Some consolidation, but done manually 	<ul style="list-style-type: none"> • Centralized information • Revenue or operations planning software 	<ul style="list-style-type: none"> • Batch process • Revenue and operations optimization software – link to ERP but not jointly optimized • S&OP workbench 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated S&OP optimization software • Full interface with ERP, accounting, forecasting • Real-time solver
S&OP Plan Integration	<ul style="list-style-type: none"> • No formal planning • Operations attempts to meet incoming orders 	<ul style="list-style-type: none"> • Sales plan drives Operations • Top-down process • Capacity utilization dynamics ignored 	<ul style="list-style-type: none"> • Some plan integration • Sequential process in one direction only • Bottom up plans – tempered by business goals 	<ul style="list-style-type: none"> • Plans highly integrated • Concurrent and collaborative process • Constraints applied in both directions 	<ul style="list-style-type: none"> • Seamless integration of plans • Process focuses on profit optimization of whole company

Fig. 1 - Framework de avaliação de maturidade em S&OP

tidade de usar a informação de cliente para customizar preços de forma granular;

- **Novos canais de venda e disseminação do conceito de marketplace**, com o aparecimento de *players* (em particular no retalho) que agregam a procura de vários produtores e disponibilizam o acesso por parte dos consumidores a uma panóplia infundável de oferta numa única plataforma;
- **Complexificação do modelo de satisfação de procura**, com modelos crescentes de entregas ao domicílio, muitas vezes no próprio dia, e pressão para flexibilização de modelos de devolução/logística inversa perante insatisfação do cliente.

Perante estas dificuldades, devem as empresas desistir do esforço de obter um planeamento integrado entre as várias funções, já que os elevados graus de incerteza dificultam a convergência e o dinamismo é tão elevado que deita por terra qualquer esforço de planeamento? Ou, por outro lado, devem adotar

práticas de planeamento integrado que lhes permitam trabalhar um vetor adicional de competitividade e alinhamento na resposta ao mercado? Naturalmente que a segunda opção deve prevalecer, até porque diferentes oportunidades têm igualmente emergido como forma de alavancar as dinâmicas de planeamento. Alguns exemplos:

- **Melhoria da quantidade e qualidade da informação**, decorrente, por um lado, do aumento dos volumes de informação gerada nos negócios (p.e. dados de cliente decorrentes de programas de fidelização) e, por outro, do esforço que as empresas têm feito para melhoria das suas infraestruturas de dados (p.e. infraestrutura *cloud* com centralização da informação das várias equipas);
- **Democratização da inteligência artificial**, com o aumento de adoção destas tecnologias no mundo de negócios. A recente exploração no acesso a técnicas de processamento de texto (p.e. tecnologias OpenAI) permite

“OS MODELOS ANALÍTICOS SÃO ENTÃO CADA VEZ MAIS PARTE INTEGRANTE DE ORGANIZAÇÕES QUE PROCURAM ALCANÇAR ELEVADA MATURIDADE NAS PRÁTICAS DE S&OP, E REVELAM-SE COMO UM MECANISMO NECESSÁRIO PARA GERIR PROBLEMAS DE ELEVADA COMPLEXIDADE QUE PODEM SER FACILITADOS COM RECURSO A DADOS E INFORMAÇÃO HISTÓRICOS”

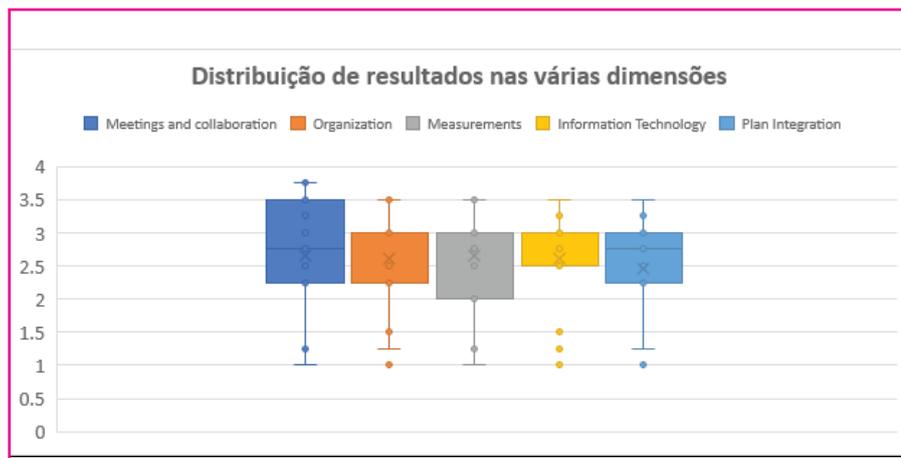


Fig. 2 - Distribuição de resultados nas várias dimensões de maturidade (informação de Grimson and Pyke)

vislumbrar oportunidades para melhoria nas atividades de planeamento (p.e. utilização de informação textual para aumento de precisão nos métodos de previsão);

- **Aumento da capacidade computacional** disponível nos sistemas de informação, que permite explorar novos graus de liberdade, novas variáveis de decisão, e aumentar o espaço de soluções avaliado pelos modelos prescritivos;
- **Predisposição das organizações para a adoção de metodologias e abordagens** de planeamento, com destaque para S&OP, dada a crescente consciencialização por parte dos decisores da importância desta camada de planeamento, suportada por inúmeros casos de sucesso de implementações passadas. Os modelos analíticos são então cada vez mais parte integrante de organizações que procuram alcançar elevada maturidade nas práticas de S&OP, e revelam-se como um mecanismo necessário para gerir problemas de elevada complexidade que podem ser facilitados com recurso a dados e informação históricos.

DIREÇÕES PARA A INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MODELOS NA MELHORIA DO PLANEAMENTO INTEGRADO ENTRE VENDAS E OPERAÇÕES

Combinando a maturidade atual das organizações em S&OP com os desafios e oportunidades existentes, sai reforçada a necessi-

dade da investigação e desenvolvimento de novos modelos analíticos que tragam evolução na área. Investigação e desenvolvimento devem andar de mãos dadas – se, por um lado, novos modelos são fundamentais para inclusão de complexidade/novas decisões que permitam resolver os mais recentes desafios, por outro o desenvolvimento de APS (*Advanced Planning Systems*) que tirem partido deste novo conhecimento em prol do decisor de negócio é chave para a sua disseminação e adoção pelas organizações.

Três direções devem guiar a investigação e desenvolvimento propostos:

- **Inclusão de novas decisões nos modelos prescritivos** que geram planos S&OP: literatura recente [1] remete para a necessidade de os modelos prescritivos usados na geração de planos passarem a considerar decisões até agora não geridas de forma unificada pelos sistemas de apoio à decisão. Em particular, tópicos como gestão de contratos em contextos B2B, gestão de preço e promoção, e gestão de portefólio não são atualmente considerados nos modelos existentes, não obstante se tratarem de decisões táticas que caem no espetro deste nível de planeamento;
- **Aumento da consideração explícita da incerteza na tomada de decisão**, como forma de antecipar e considerar contextos diversos no momento de geração dos planos: a maior parte da investigação na área

“COMBINANDO A MATURIDADE ATUAL DAS ORGANIZAÇÕES EM S&OP COM OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES EXISTENTES, SAI REFORÇADA A NECESSIDADE DA INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MODELOS ANALÍTICOS QUE TRAGAM EVOLUÇÃO NA ÁREA. TRÊS DIREÇÕES DEVEM ORIENTAR ESTA JORNADA”

tem considerado ambientes de desenvolvimentos determinísticos [6]. No entanto, esta prática pode ser considerada limitativa quando o horizonte de planeamento em questão pode abranger vários meses. Desta forma, abordagens estocásticas e/ou robustas à geração de planos devem emergir como complemento às técnicas *what-if* já comumente disponibilizadas nos APS;

- **Convergência crescente entre os domínios preditivos e prescritivos:** caindo a geração de um plano S&OP na esfera da analítica prescritiva, a sua obtenção está igualmente dependente, na grande maioria dos casos, da geração de previsões que permitam antecipar o comportamento expectável do negócio. Desenvolvimentos emergentes nos domínios do *machine learning* e inteligência

**“NO CONTEXTO DE S&OP,
A INTERAÇÃO HOMEM-
MODELO É ESSENCIAL.
ENCONTRAR OS MECANISMOS
DE APRENDIZAGEM E
COMUNICAÇÃO APROPRIADOS
ENTRE O DECISOR E O
MODELO ANALÍTICO É CHAVE
PARA GARANTIR O SUCESSO
NA ADOÇÃO DOS NOVOS
DESENVOLVIMENTOS”**

artificial têm conduzido a alterações sem precedentes na esfera da analítica preditiva, com a democratização de novas técnicas (p.e. *reinforcement learning*, *generative AI*). Desta maneira, antecipar a melhor forma de utilizar estas novas técnicas na geração de planos S&OP trata-se igualmente de uma linha de estudo premente.

A RELAÇÃO HOMEM-MODELO COMO VEÍCULO DE PROMOÇÃO DOS MODELOS ANALÍTICOS DE S&OP NAS ORGANIZAÇÕES

Garantir a adoção bem sucedida de modelos analíticos não é tarefa fácil. De acordo com um estudo recente, apenas 11% das organizações foram capazes de extrair resultados financeiros decorrentes da aplicação de modelos analíticos [7]. Um dos mecanismos

que maximiza o sucesso das implementações passa por assegurar o denominado *Organizational Learning with AI* – garantir que são criadas condições para a aprendizagem mútua entre decisores humanos e modelos analíticos. As organizações com melhor performance são aquelas que usam a interação homem-modelo para refinar continuamente o processo e os resultados obtidos.

No contexto de S&OP, esta interação homem-modelo é igualmente essencial. Aliás, nos níveis de maturidade a que uma empresa pode almejar, conforme apresentado, é apresentada não só a vertente de *Tecnologias de Informação* (dimensão modelo), mas igualmente as vertentes de *Meetings* e *Colaboração* e *Organização*, domínios mais soft relacionados com os processos de suporte à tomada de decisão (dimensão homem). Portanto, encontrar os mecanismos de aprendizagem e comunicação apropriados é chave para garantir o sucesso na adoção dos novos modelos desenvolvidos.

Um potencial alinhamento homem-modelo na área de S&OP pode ser estabelecido em 6 etapas [8]. Em primeiro lugar, deve dar-se origem à geração de planos por parte do modelo analítico, de acordo com os objetivos e restrições do negócio. Em segundo lugar, a equipa de Planeamento deve seleccionar quais os planos mais interessantes/viáveis, após análise preliminar dos mesmos. Numa terceira etapa, os planos devem ser traduzidos em acionáveis para análise em *meeting* S&OP – isto é, transformar a informação em indicadores chave para análise inicial por parte da Comissão Executiva. Numa quarta

etapa, em *meeting* S&OP, os planos devem ser analisados e ajustes podem ser discutidos. Numa quinta etapa, a equipa de Planeamento volta a interagir com o modelo para geração dos planos finais, incorporando o *feedback* da etapa anterior. Por último, numa sexta etapa, em nova *meeting* S&OP, deve dar-se lugar à análise final e aprovação do plano S&OP que guiará a organização nos meses seguintes.

“O PLANEAMENTO INTEGRADO ENTRE VENDAS E OPERAÇÕES (EM INGLÊS, SALES AND OPERATIONS PLANNING, OU S&OP) SURGE COMO UM EXERCÍCIO DE PLANEAMENTO QUE VISA PROMOVER O ALINHAMENTO ENTRE AS VÁRIAS FUNÇÕES DE UMA ORGANIZAÇÃO. TRATA-SE DE UM EXERCÍCIO DE PLANEAMENTO COM UM HORIZONTE DE 3-18 MESES, QUE VISA GIZAR UM PLANO ÚNICO QUE GUIE AS VÁRIAS FUNÇÕES DA EMPRESA NO MÉDIO PRAZO”

REFERÊNCIAS

- [1] Ling R, Goddard W. *Orchestrating success: improve control of the business with sales & operations planning*. Oliver Wight Limited Publications; 1988. ISBN 9780939246113
- [2] Singhal J, Singhal K, Holt, Modigliani, Muth, and Simon's work and its role in the renaissance and evolution of operations management. *J Oper Manage* 20 07;25(2):30 0–9. doi: 10.1016/j.jom.2006.06.003
- [3] Ohliger, J., Rudberg, M., Wikner, J., 2001. Long-term capacity management: Linking the perspectives from manufacturing strategy and sales and operations planning. *Int. J. Prod. Econ.* 69 (2), 215–225. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(99\)00098-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(99)00098-5)
- [4] Grimson, J.A., Pyke, D.F., 2007. Sales and operations planning: an exploratory study and framework. *Int. J. Logist. Manage.* 18 (3), 322–346. <http://dx.doi.org/10.1108/09574090710835093>
- [5] Danese, P., Molinaro, M., Romano, P., 2018. Managing evolutionary paths in sales and operations planning: key dimensions and sequences of implementation. *Int. J. Prod. Res.* 56 (5), 2036–2053. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2017.1355119>.
- [6] Pereira DF, Oliveira JF, Carravilla MA. Tactical sales and operations planning: a holistic framework and a literature review of decision-making models. *Int J Prod Econ* 2020;228:107695. doi: 10.1016/j.jipe.2020.107695.
- [7] S. Ransbotham, S. Khodabandeh, D. Kiron, F. Candelon, M. Chu, and B. LaFountain, “Expanding AI’s Impact With Organizational Learning,” MIT Sloan Management Review and Boston Consulting Group, October 2020
- [8] Pereira, D. F., Oliveira, J. F., & Carravilla, M. A. (2022). Merging make-to-stock/make-to-order decisions into sales and operations planning: A multi-objective approach. *Omega*, 107, 102561

MODELAÇÃO DO STRESS EM TRABALHADORES ABORDAGEM PLSC-SEM



LUÍS M. GRILLO

Departamento de Matemática,
Universidade de Évora
Secção de Matemática, Universidade Aberta
CIMA & NOVA Math
luis.grilo@uevora.pt



HELENA L. GRILLO

Secção de Matemática, Universidade Aberta
Unidade Departamental de Matemática e
Física, Instituto Politécnico de Tomar (IPT)
helenagrilo56@gmail.com

Os Modelos com Equações Estruturais (*SEM*, *Structural Equation Modeling*) utilizando o estimador de mínimos quadrados parciais (*PLS*, *Partial Least Squares*) são uma estimulante área de investigação. Esta poderosa e dinâmica técnica de Análise Estatística Multivariada, com avanços recentes na sua avaliação estatística [1-8], combina a Análise Fatorial com a Análise de Regressão Linear Múltipla (estendida à análise de trajetórias/caminhos), e permite analisar relações entre variáveis observadas (medidas/manifestas/indicadores) e variáveis não observadas (construtos/variáveis ou fatores latentes), podendo estas serem visualizadas com a ajuda de diagramas de caminhos (*path diagrams*). Relativamente às técnicas multivariadas convencionais, estes modelos têm duas vantagens que os tornam um instrumento com capacidade para ser utilizado em problemas complexos e gerar conhecimento em vários domínios: examinam simultaneamente múltiplas influências e múltiplas respostas, bem como lidam com erros de medição nos dados observados. Acresce, ainda, a facilidade de poderem ser utilizados com grandes volumes de dados e de diferentes tipos. Os *SEM*: (i) têm capacidade de modelar construtos, considerando várias formas de erro, testando conceitos e teorias; (ii) podem medir efeitos diretos e indiretos entre as variáveis num único modelo; (iii) podem considerar mais que uma variável dependente e uma variável pode ser dependente e independente simultaneamente; (iv) podem analisar mais do que um modelo de regressão em simultâneo. Atendendo às suas características, o potencial de interação destes modelos *PLS-SEM* com outras áreas de investigação é enorme, comprovado pelo elevado número de artigos científicos que os aplicam nas mais diversas áreas do conhecimento: Ciências Económicas, Ciências Sociais e Humanas, Ciências da Saúde, Marketing, mas também em Engenharia de *Software*, Sistemas de Informação e Turismo.

Estes modelos consideram dois tipos de abordagens que importa diferenciar: (i) baseadas na covariância (*covariance-based*, *CB-SEM*), e; (ii) baseadas na variância (*variance-based*, *VB-SEM*). Embora partilhem as mesmas raízes, cada abordagem tem as

suas próprias vantagens e desvantagens. A principal diferença entre ambas está no modo como tratam os dados. Nos *CB-SEM*, os parâmetros do modelo são estimados de modo a minimizar as diferenças entre as matrizes de covariâncias observada e estimada; têm como objetivo estatístico testar teorias estabelecidas, podendo ser usado o estimador de máxima verossimilhança, com o pressuposto da normalidade multivariada dos dados. Os *VB-SEM* maximizam a variância explicada dos construtos latentes endógenos, estimando relações parciais do modelo numa sequência iterativa de regressões de mínimos quadrados ordinários. O método *PLS-SEM*, desenvolvido como uma alternativa ao *CB-SEM*, enfatiza a previsão ao mesmo tempo que relaxa as condições exigidas aos dados (é robusto à falta de normalidade multivariada e viável para pequenas amostras);

**“RELATIVAMENTE ÀS
TÉCNICAS MULTIVARIADAS
CONVENCIONAIS, ESTES
MODELOS TÊM DUAS
VANTAGENS QUE OS TORNAM
UM INSTRUMENTO COM
CAPACIDADE PARA SER
UTILIZADO EM PROBLEMAS
COMPLEXOS E GERAR
CONHECIMENTO EM VÁRIOS
DOMÍNIOS: EXAMINAM
SIMULTANEAMENTE
MÚLTIPLAS INFLUÊNCIAS E
MÚLTIPLAS RESPOSTAS, BEM
COMO LIDAM COM ERROS
DE MEDIÇÃO NOS DADOS
OBSERVADOS”**

pode ser usado para estimar modelos complexos (muitos indicadores, construtos, relações causais entre construtos), mesmo para casos em que o número de variáveis é superior ao número de observações da amostra; adequa-se muito bem em situações onde a teoria, que sustenta as relações causais, ainda não está muito “sedimentada”, sendo por isso utilizado de forma mais “exploratória”. O modelo *SEM* é apresentado como estando organizado em dois submodelos, de medida e estrutural. O primeiro define a forma como os construtos latentes/hipotéticos (não observados) são operacionalizados pelas variáveis manifestas (observadas), enquanto o segundo define as relações causais (ou de associação) entre os construtos latentes. Na literatura é possível identificar duas formas distintas de medir os construtos latentes, reflexivos e formativos – dependendo do tipo de construtos os modelos designam-se reflexivos, formativos ou mistos, com consequências em termos do método de estimação a aplicar. Em *PLS-SEM* os construtos latentes são estimados como uma combinação linear das suas variáveis manifestas (ou, blocos de indicadores) e o estimador *PLS* consistente (*PLSc*) foi desenvolvido com base em modificações do algoritmo *PLS* original [2]. Este estimador *PLSc* é utilizado

“A APLICAÇÃO DO PLSc-SEM É ILUSTRADA, NESTE ARTIGO, COM O ESTUDO DO STRESS OU DISTRESS (CONHECIDO COMO STRESS NEGATIVO) EM TRABALHADORES DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL PORTUGUESA”

em modelos reflexivos e funciona bem com escalas ordinais, em que as categorias são equidistantes, ou seja, escalas quase-métricas [9, 10]. Esta abordagem fornece estimativas corrigidas do modelo, mantendo todos os pontos fortes do tradicional método *PLS*, sendo projetada para “imitar” o modelo de fatores comuns *CB-SEM*, utilizado para estudos confirmatórios [1, 4].

A aplicação do *PLSc-SEM* é ilustrada, neste artigo, com o estudo do *stress* ou *distress* (conhecido como *stress* negativo) em trabalhadores de uma empresa industrial portuguesa. Este tema é transversal aos trabalhadores de qualquer setor de atividade (i.e., não só de serviços com grande contacto pessoal) e é de grande importância dado que a generalidade dos especialistas considera que o *stress* profissional excessivo e prolongado ou crónico pode “danificar” o sistema imunológico [11] e levar à síndrome de *burnout* [12]. Um número crescente de organizações tem vindo a avaliar regularmente o bem-estar e a saúde dos seus trabalhadores, e considera que a felicidade no trabalho é um tema central, por ser entendido como um investimento com retorno imediato. A felicidade pode conduzir a uma redução de problemas psicológicos e físicos motivados pelo trabalho e, conseqüentemente, ao decréscimo do absentismo. É possível que a semana dos 4 dias, atualmente em análise em alguns países (incluindo Portugal), aumente os níveis de felicidade dos trabalhadores, mantenha a produtividade, reduza o risco de *burnout* e até aumente a faturação [13]. De salientar que, estes estudos podem também contribuir para um maior despertar da consciência dos trabalhadores para a sua saúde e bem-estar no local de trabalho, podendo conduzir a uma diminuição das situações de *stress* e da prevalência da síndrome de *burnout* [14], com claros benefícios para todos (trabalhadores, organizações e economia em geral).

MATERIAIS E MÉTODOS

Um dos instrumentos que considera dimensões psicossociais relevantes e que é utilizado internacionalmente para avaliar os riscos psicossociais e o seu impacto na saúde e bem-estar de trabalhadores é o *COPSOQ - Copenhagen Psychosocial Questionnaire* [15],

“DE SALIENTAR QUE, ESTES ESTUDOS PODEM TAMBÉM CONTRIBUIR PARA UM MAIOR DESPERTAR DA CONSCIÊNCIA DOS TRABALHADORES PARA A SUA SAÚDE E BEM-ESTAR NO LOCAL DE TRABALHO, PODENDO CONDUZIR A UMA DIMINUIÇÃO DAS SITUAÇÕES DE STRESS E DA PREVALÊNCIA DA SÍNDROME DE *BURNOUT* [14], COM CLAROS BENEFÍCIOS PARA TODOS (TRABALHADORES, ORGANIZAÇÕES E ECONOMIA EM GERAL)”

cujas versão média e adaptada para portugueses utilizámos [16], com 76 questões (variáveis qualitativas em escala ordinal de tipo *Likert*, com 5 categorias), numa empresa industrial portuguesa. Obtivemos uma amostra não-probabilística com uma dimensão superior a duas vezes o número mínimo de observações recomendado pelo método da raiz quadrada inversa, que foi de 69 observações (para uma magnitude mínima dos coeficientes de caminho entre 0,21 e 0,30, uma magnitude do efeito de 0,15, uma probabilidade de erro de 5% e um poder estatístico de 80%) [3]. A população alvo do estudo foram os trabalhadores da empresa, mas, por motivos de confidencialidade, não apresentamos aqui quaisquer resultados sobre as variáveis sociodemográficas que caracterizam cada trabalhador da amostra. O estimador *PLSc* foi então utilizado com os dados recolhidos por inquérito, os quais não apresentam normalidade multivariada.

CONSTRUTO	INDICADOR	QUESTÃO
Qualidade de Liderança	QL_36	Oferece aos indivíduos e ao grupo boas oportunidades de desenvolvimento?
	QL_37	Dá prioridade à satisfação no trabalho?
	QL_38	É bom no planeamento do trabalho?
Justiça	JU_46	Os conflitos são resolvidos de uma forma justa?
	JU_47	As sugestões dos funcionários são tratadas de forma séria pela gerência?
	JU_48	O trabalho é igualmente distribuído pelos funcionários?
Quantidade de Tarefas	QT_1	A sua carga de trabalho acumula-se por ser mal distribuída?
	QT_2	Com que frequência não tem tempo para completar todas as tarefas do seu trabalho?
Satisfação no Trabalho	STr_57	As condições físicas do seu local de trabalho?
	STr_59	O seu trabalho de uma forma global?
Stress	ST_69	Sente-se irritado?
	ST_70	Sente-se ansioso?

Tabela 1: Construtos latentes, indicadores e questões do COPSOQ para o modelo proposto. (Codificação dos indicadores: 1 – Nunca/quase nunca, 2 – Raramente, 3 – Algumas vezes, 4 – Frequentemente, 5 – Sempre).

SEM PROPOSTO

O modelo teórico proposto (Figura 1) é um modelo causal reflexivo que incorpora variáveis não observáveis (construtos latentes – círculos) e variáveis observáveis (indicadores – retângulos), permitindo a análise de relações entre os indicadores e os construtos latentes – modelo de medida – bem como intra-construtos, ligados pelas trajetórias – modelo estrutural. Procurámos que este modelo teórico fosse relativamente consistente com a literatura da especialidade e que tivesse em consideração a experiência empírica dos autores e do Gestor de Recursos Humanos da empresa, expressa em hipóteses de investigação como as que se apresentam:

H₁: A ‘justiça’ tem um efeito direto positivo sobre a ‘satisfação no trabalho’
H₂: A ‘justiça’ tem um efeito indireto, através da ‘satisfação no trabalho’, no ‘stress’

H₃: A ‘satisfação no trabalho’ tem um efeito direto negativo sobre o ‘stress’

H₄: A ‘quantidade de tarefas’ tem um efeito direto positivo sobre o ‘stress’

H₅: A ‘quantidade de tarefas’ tem um efeito indireto, através das ‘exigências cognitivas’, no ‘stress’

H₆: O ‘conflito família-trabalho’ tem um efeito direto positivo sobre o ‘stress’

SEM ESTIMADO

Da interação entre os investigadores e o computador, mais especificamente utilizando o algoritmo *PLSc* disponível no *software SmartPLS* (v. 3.3.9) [17], resultou o modelo estimado (Figura 2). Para que este modelo verificasse os critérios estatísticos exigidos em ambos os submodelos (de medida e estrutural), alguns dos construtos latentes, ligações entre estes e, também, indicadores não foram considerados (Tabela 1). Além

“O MODELO SUPOSTO PELOS DADOS RECOLHIDOS, CONSIDERA OS CONSTRUTOS LATENTES ‘QUALIDADE DE LIDERANÇA’, ‘JUSTIÇA’, ‘SATISFAÇÃO NO TRABALHO’ E ‘QUANTIDADE DE TAREFAS’ COMO PREDITORES DO (DIS) STRESS OCUPACIONAL”

disso, foram rejeitadas as hipóteses de investigação H₅ e H₆.

Os efeitos (in)diretos no modelo estimado (Figura 2) devem ser interpretados quanto ao seu sinal e valor absoluto. Com base nos coeficientes de caminho padronizados (cuja interpretação é realizada em unidades de desvio padrão), entre pares de construtos, o construto exógeno ‘qualidade de liderança’ tem efeito direto positivo na ‘justiça’ (0,756), mas também um efeito indireto na ‘satisfação no trabalho’ (0,756 × 0,631 = 0,477), através do construto mediador ‘justiça’. Por sua vez, esta tem um efeito indireto no construto endógeno ‘stress’ (-0,164), através da ‘satisfação no trabalho’. Como esperado, a ‘satisfação no trabalho’ e a ‘quantidade de tarefas’ tem efeitos negativo (-0,260) e positivo (0,488), respetivamente, no ‘stress’.

A interpretação exata do nível dos valores dos coeficientes de determinação (R²), nos construtos latentes endógenos, depende, em parte, da área de investigação. Por exemplo, em Ciências Sociais e Comportamentais, todos os valores do R² são considerados entre moderados a elevados, à exceção do valor do construto ‘quantidade de tarefas’ (R² = 12,9%), que é considerado fraco. A capacidade do modelo para explicar a variação no construto ‘stress’, alvo do estudo, é de R² = 39%.

AVALIAÇÃO DOS SUBMODELOS DE MEDIDA E ESTRUTURAL

Na avaliação dos resultados do modelo estimado utilizámos as regras práticas e os valores de referência disponíveis na literatura

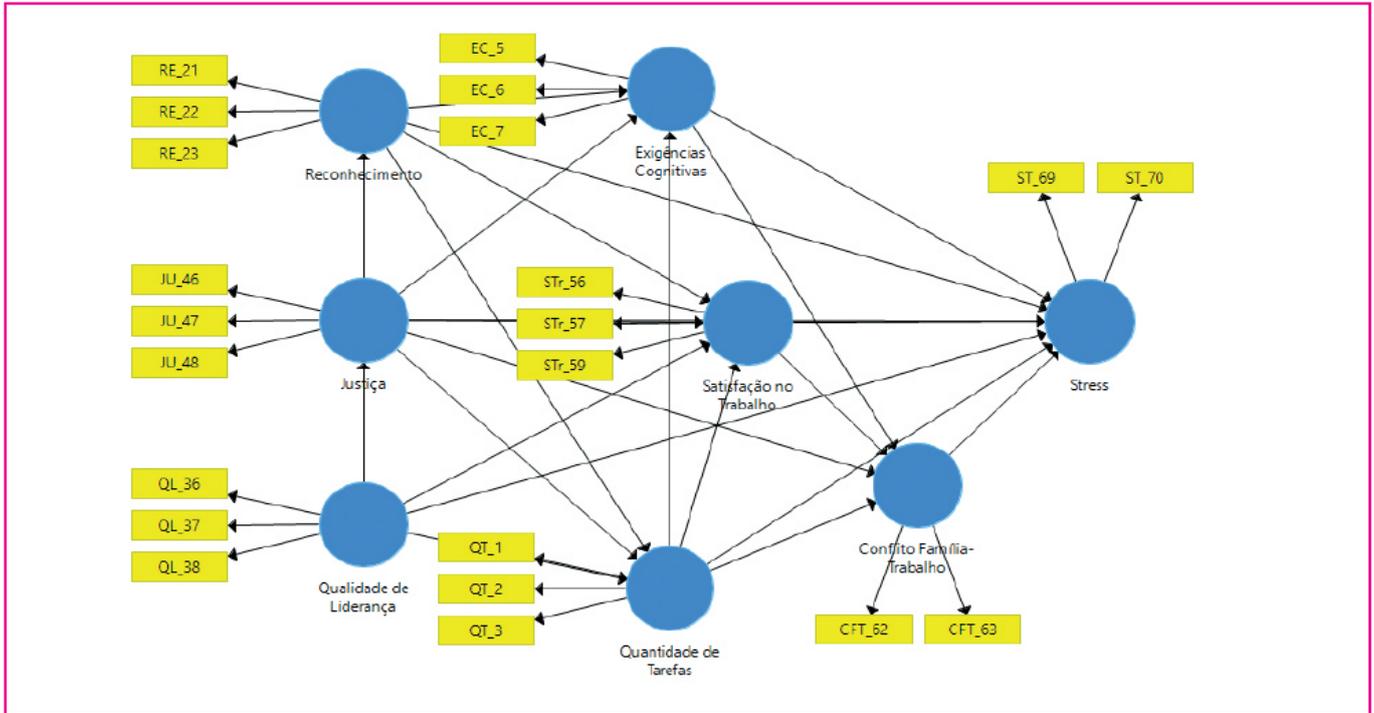


Fig. 1 - Modelo reflexivo proposto com variável endógena 'stress'.

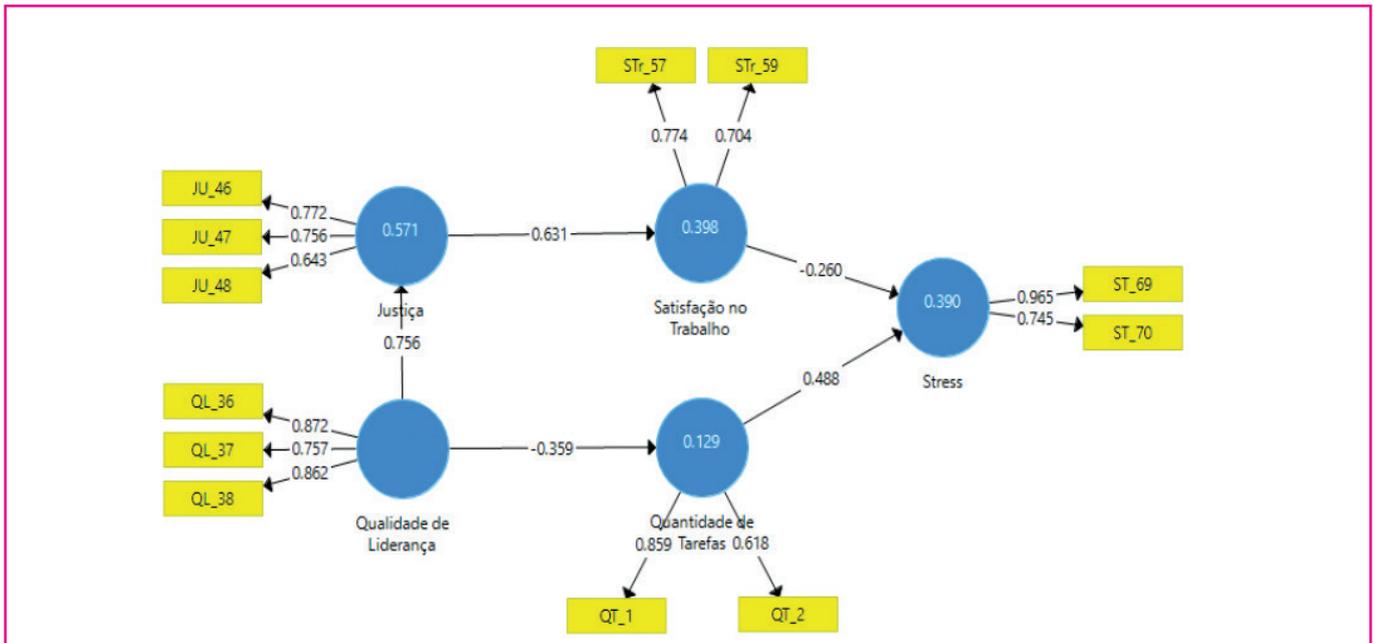


Fig. 2: Modelo estimado pelo estimador PLS, com 4 preditores da variável endógena 'stress'.

especializada [1-5]. No processo de avaliação do submodelo de medida foi analisada: a consistência interna, recorrendo à medida ρ_{α} ; validada a convergência, com base no AVE (Average Variance Extracted), e; estabelecida a validade discriminante entre pares de construtos, utilizando o HTMT (Heterotrait-Monotrait ratio). Na avaliação do submodelo estrutural foi analisada: a colinearidade com a medida VIF (Variance Inflation Factor); o nível dos valores dos R^2 (poder preditivo apenas dentro da amostra); a relevância preditiva com o Q^2 (que combina aspetos dentro e fora da amostra); a capacidade preditiva fora da amostra, com o algoritmo *PLSpredict* (considerando uma amostra de validação); a qualidade do ajustamento do modelo utilizando o SRMR (Standardized Root Mean Square Residual), e; as estimativas dos coeficientes das trajetórias ao nível das magnitudes dos efeitos, com a medida f^2 (effect size). O procedimento não-paramétrico bootstrap BCa (Bias-Corrected and Accelerated), que não exige a normalidade dos dados, foi usado para testar a significância estatística dos vários resultados obtidos com a aplicação do algoritmo *PLSc-SEM*. Este procedimento de reamostragem produziu valores p associados a vários testes de hipóteses, bem como intervalos de confiança a 95% para diferentes parâmetros do modelo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste artigo consiste em mostrar a utilidade dos conhecidos SEM, recorrendo ao estimador *PLSc*. Foi proposto um modelo teórico causal e estimado um modelo com dados reais, que representavam as perceções dos trabalhadores da empresa, implícitas nas suas respostas às questões (variáveis observáveis) disponíveis no questionário internacional *COPSOQ*. O modelo suportado pelos dados recolhidos, considera os construtos latentes ‘qualidade de liderança’, ‘justiça’, ‘satisfação no trabalho’ e ‘quantidade de tarefas’ como preditores do (dis)stress ocupacional. Como trabalhos de investigação a realizar no futuro, utilizando o *PLSc-SEM*, podemos pensar em modelos por género, atendendo à inevitável heterogeneidade nos dados, ou considerar outras variáveis sociodemográficas que caracterizem os trabalhadores da empresa (e.g., habilitações literárias, classes etárias ou secção onde trabalham). Todavia, o modelo estimado, com a amostra completa, poderá contribuir para um maior conhecimento da situação em que se encontram os trabalhadores da empresa. Esperamos, assim, que este modelo possa dar indicações aos responsáveis da empresa e especialistas da medicina do trabalho, so-

“ESPERAMOS, ASSIM, QUE ESTE MODELO POSSA DAR INDICAÇÕES AOS RESPONSÁVEIS DA EMPRESA E ESPECIALISTAS DA MEDICINA DO TRABALHO, SOBRE EVENTUAIS INTERVENÇÕES NAS CONDIÇÕES DE TRABALHO DE MODO A MELHORAR O BEM-ESTAR E A SAÚDE OCUPACIONAL DOS TRABALHADORES, EVITANDO SITUAÇÕES QUE CONDUZAM À SÍNDROME DE BURNOUT”

bre eventuais intervenções nas condições de trabalho de modo a melhorar o bem-estar e a saúde ocupacional dos trabalhadores, evitando situações que conduzam à síndrome de burnout.

REFERÊNCIAS

- [1] Benitez, J., Henseler, J., Castillo, A. & Schuberth, F. (2020). How to perform and report an impactful analysis using partial least squares: Guidelines for confirmatory and exploratory IS research, *Information & Management*, Volume 57, Issue 2, 103168, ISSN 0378-7206. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.05.003>
- [2] Dijkstra, T. & Henseler, J. (2015). Consistent and asymptotically normal PLS estimators for linear structural equations, *Comput. Stat. Data Anal.* 81 (1), 10–23.
- [3] Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P. & Ray, S. (2022). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R. A Workbook*, Springer.
- [4] Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M. & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLSSEM, *European Business Review*, 31, 1: pp. 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>.
- [5] Ringle, C. M., Sarstedt, M., Mitchell, R. & Gudergan, S. P. (2020). Partial least squares structural equation modeling in HRM research, *The International Journal of Human Resource Management*, 31:12, 1617-1643. DOI: 10.1080/09585192.2017.1416655.
- [6] Schamberger, T., Schuberth, F., Henseler, J. & Dijkstra, T. K. (2020). Robust partial least squares path modeling. *Behaviormetrika* 47, 307–334. <https://doi.org/10.1007/s41237-019-00088-2>.
- [7] Schuberth, F., Henseler, J. & Dijkstra, T. K. (2018). Partial least squares path modeling using ordinal categorical indicators, *Qual Quant*, 52: 9-35.
- [8] Shmueli, G., Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J., Ting, H., Vaithilingam, S. & Ringle, C. M. (2019). Predictive model assessment in PLS-SEM: guidelines for using *PLSpredict*, *European Journal of Marketing*, 53(11), 23222347.
- [9] Grilo, L. M., Pereira, E. J., Maidana, J. P. & Stehlik, M. (2023). On stochastic aspects of impact modeling of the innovation incentive system and business internationalization: evidence from Portuguese SMEs. *Stochastic Analysis and Applications*. DOI: 10.1080/07362994.2023.2166532.
- [10] Grilo, L. M., Grilo, H. L. & Martire, E. (2018). SEM using PLS Approach to Assess Workers Burnout State, *AIP Conf. Proc.* 2040, 110008-1–110008-5; <https://doi.org/10.1063/1.5079172>.
- [11] Davis, D. M. (2018). *The Beautiful Cure: Harnessing Your Body's Natural Defences*. Vintage Publishing.
- [12] Maslach, C. & Leiter, M. P. (2008). Early predictors of job burnout and engagement. *Journal of Applied Psychology*, 93: 498–512.
- [13] Burchell, B. et al. (2023). THE RESULTS ARE IN: THE UK'S FOUR-DAY WEEK PILOT, *Autonomy*, <https://autonomy.work/wp-content/uploads/2023/02/The-results-are-in-The-UKs-four-day-week-pilot.pdf>.
- [14] Vňuková, M., Sebalo, I., Brečka, T., Anders, M. & Ptáček, R. (2023). Burnout syndrome in the Czech Republic - the decreasing trend over the years. *Front. Public Health* 11:1099528. doi: 10.3389/fpubh.2023.1099528.
- [15] Kristensen, T. S., Borritz, M., Villadsen, E. & Christensen, K. B. (2005). "The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout". *Work & Stress* 19: 192–207.
- [16] Silva, C. F. (2006). *Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ)*. Portuguese version (FCT-MEC, Análise Exacta).
- [17] Ringle, C. M., Wende, S. & Becker, J. M., *SmartPLS 3*. 2015. Obtained from *SmartPLS*: <https://www.smartpls.com/>.

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A OTIMIZAÇÃO CONJUNTA DE INVENTÁRIOS DE SEGURANÇA E TEMPOS DE SEGURANÇA

No contexto dos sistemas MRP (*material requirements planning*), os inventários de segurança (IS) e os tempos de segurança (TS) são duas estratégias amplamente utilizadas para amortecer o impacto de incertezas a montante e a jusante da cadeia de abastecimento. Enquanto que o IS traduz-se em inventário adicional dimensionado para além do inventário regular armazenado, o TS consiste em antecipar as necessidades de material, programando a sua receção para um momento anterior àquele em que é realmente necessário para efeitos produtivos [1]. Sob uma perspectiva de otimização, o dimensionamento de níveis ótimos de IS e TS deve atender ao *trade-off* clássico entre a minimização dos custos de inventário e a maximização dos níveis de serviço. Neste contexto, vários trabalhos têm estudado qual a melhor estratégia de amortecimento a adotar em função da natureza dos fenómenos de incerteza [1, 2, 3, 4]. Não existe, todavia, um consenso na literatura no que diz respeito à estratégia mais adequada em determinada circunstância [4]. É interessante notar que a literatura tem-se focado maioritariamente em estratégias para dimensionamento de IS em detrimento de TS que, por sua vez, são tipicamente parametrizados com base na experiência dos decisores

[5]. Por outro lado, ao considerar os IS e os TS como estratégias de amortecimento independentes, a literatura é parca no que diz respeito à forma como estas duas estratégias podem ser otimizadas em simultâneo.

Na verdade, o uso combinado destas duas estratégias de amortecimento pode ser interessante em certas circunstâncias. A título de exemplo, tome-se um produto com reaprovisionamentos semanais, num único dia útil. Neste cenário, a parametrização de 1 dia de TS para este produto implica antecipar para o instante $t - 1$ uma receção de encomenda originalmente programada para o instante t . No entanto, uma vez que o instante $t - 1$ não cumpre o calendário de reaprovisionamento, é necessário antecipar a encomenda (à luz da filosofia MRP) para o instante $t - 7$ (1 semana), de forma a fazer corresponder a nova data para reaprovisionamento com uma data válida dentro da janela de temporal para entregas acordada com o fornecedor (a Fig. 1 ilustra este racional).

Ao forçar a empresa a programar receções de encomenda em avanço, a organização incorre em aumentos nos custos de posse e de armazenamento. Nestas situações, ao invés de aumentar os TS para cobrir a variabilidade dos



JOÃO GONÇALVES

Universidade Católica Portuguesa
jngoncalves@ucp.pt

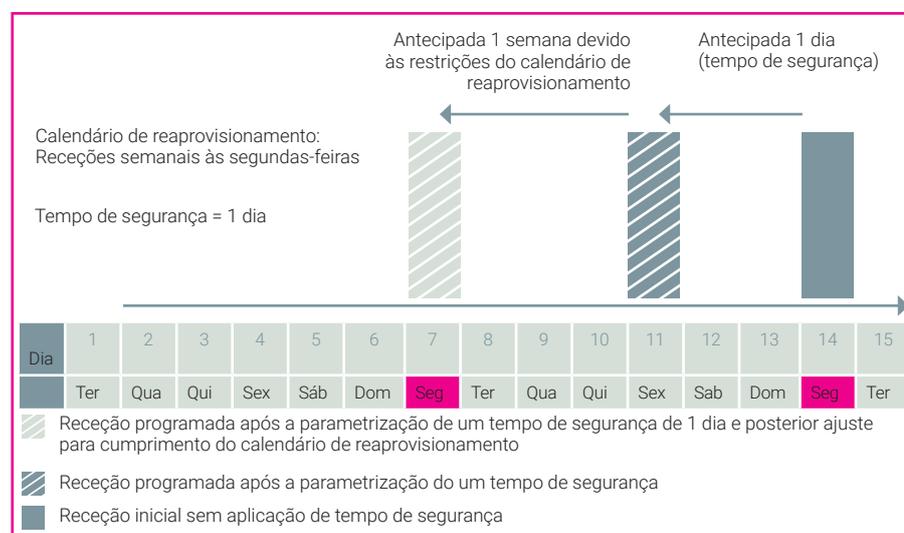


Fig 1 - Efeito do aumento do TS em planos de reaprovisionamento esparsos.

“(…) AO CONSIDERAR OS INVENTÁRIOS DE SEGURANÇA (IS) E OS TEMPOS DE SEGURANÇA (TS) COMO ESTRATÉGIAS DE AMORTECIMENTO INDEPENDENTES, A LITERATURA É PARCA NO QUE DIZ RESPEITO À FORMA COMO ESTAS DUAS ESTRATÉGIAS PODEM SER OTIMIZADAS EM SIMULTÂNEO”

tempos de reaprovisionamento, pode ser pertinente avaliar a possibilidade de manter (ou diminuir) o nível de TS e introduzir uma quantidade apropriada de IS, com vista à minimização dos custos de inventário sem prejuízo dos níveis de serviço desejados. Note-se que a eficiência dos TS depende, em grande medida, do cumprimento dos prazos de entregas por parte dos fornecedores. Nos casos onde um atraso no reaprovisionamento é superior ao TS parametrizado, a margem de segurança é insuficiente para amortecer a volatilidade do prazo de entrega. Uma alternativa passa por descartar o uso de TS e implementar apenas IS. Porém, dependendo da tipologia do produto, os custos de inventário resultantes desta estratégia podem revelar-se bastante elevados e, em função dos níveis de incerteza a montante/jusante da cadeia, um porção de IS pode nunca ser utilizado.

Os argumentos expostos anteriormente motivam o estudo de novas abordagens que possibilitem a otimização conjunta de estratégias de IS e TS. Este trabalho (publicado na íntegra em [6]) visa promover a compreensão dos benefícios (operacionais/financeiros) resultantes da otimização conjunta destas duas estratégias de amortecimento de variabilidade e incerteza. O trabalho desenvolvido resultou de uma parceria entre a Universidade do Minho e a *Bosch Automotive Electronics*, Portugal, tendo sido galardoado com o Prémio de Excelência Logística (Academia)

2022, da Associação Portuguesa de Logística (APLOG).

MODELO DE OTIMIZAÇÃO/SIMULAÇÃO

Com vista à otimização conjunta de TS e IS para um material arbitrário, propõe-se o seguinte modelo híbrido de otimização/simulação:

$$\min_{TS_c, IS_c} H = \frac{h_c}{T_c - t_c^f + 1} \sum_{t=t_c^f}^{T_c} I_{c,t}(TS_c, IS_c) \quad (1)$$

$$\min_{TS_c, IS_c} U = \frac{\sum_{t=t_c^f}^{T_c} \max(0, D_{c,t} - I_{c,t}(TS_c, IS_c))}{\sum_{t=t_c^f}^{T_c} D_{c,t}} \quad (2)$$

$$\text{s. a.: } \begin{aligned} TS_c &\leq TS_c \leq \overline{TS_c} \\ IS_c &\leq IS_c \leq \overline{IS_c} \\ I_{c,t}, D_{c,t} &\geq 0 \end{aligned}$$

O objetivo (1) minimiza os custos totais de inventário do material c ($I_{c,t}$) ao longo do período de otimização/simulação ($[t_c^f, T_c]$) para um dado par de TS e IS. O objetivo (2) minimiza a fração de procura dependente (D) não satisfeita a partir do inventário existente, ou, de forma equivalente, maximiza o nível de serviço (neste caso do tipo β). As restrições do modelo definem os limites inferior e superior das variáveis de decisão bem como a positividade das variáveis de inventário e procura. Nesta formulação, o termo $I(\cdot, \cdot)$ é uma função das variáveis de decisão que estima os níveis de inventário do material para um dado inventário/tempo de segurança. Em termos práticos, podemos interpretar esta função como o resultado esperado de um simulador MRP parametrizado com um dado par (TS, IS) . Neste contexto, à luz do funcionamento da metodologia MRP, o processo de otimização/simulação tem lugar no período imediatamente após o período de congelamento (período no qual não são, regra geral, permitidas alterações ao plano de produção).

A formulação e posterior resolução deste problema de otimização bi-objetivo pretende fornecer aos decisores um conjunto de soluções ótimas de Pareto para parametrização de TS e IS, de acordo com as suas preferências ou estratégias. Por uma questão de flexibilidade e visualização na escolha destas estratégias, optou-se por seguir uma formulação bi-objetivo ao invés de considerar um proble-

ma de otimização uni-objetivo (minimização dos custos de inventário) com uma restrição no nível de serviço desejado. O conjunto final das soluções ótimas de Pareto para o problema proposto é obtido à custa de um processo iterativo que compreende a geração de soluções admissíveis (fase de otimização)

e a sua avaliação em termos dos objetivos de otimização definidos (fase de simulação). Na fase de otimização, foram utilizados três algoritmos evolutivos clássicos: NSGA-II [7], MO-Cell [8] e SPEA2 [9]. Na fase de simulação, foi construído um simulador MRP que pretende reproduzir as dinâmicas de inventário para as diferentes parametrizações (TS_c, IS_c) geradas no processo de otimização, avaliando os seus impactos esperados em termos de custos de inventário e nível de serviço β . Neste processo, à luz de dinâmicas históricas, são incorpora-

“OS NOSSOS RESULTADOS REVELAM QUE A COMBINAÇÃO DE INVENTÁRIOS DE SEGURANÇA E DE TEMPOS DE SEGURANÇA PODE SER UMA ESTRATÉGIA INTERESSANTE PARA MATERIAIS CARACTERIZADOS POR PLANOS DE REAPROVISIONAMENTO ESPARSOS, QUALQUER QUE SEJA A SUA CLASSIFICAÇÃO ABC”

dos fatores de incerteza da procura dependente e do processo de abastecimento (remete-se o leitor para o artigo original [6], para informação detalhada sobre a formulação e pressupostos do modelo proposto).

HIGHLIGHTS

O modelo apresentado anteriormente foi implementado no departamento logístico da *Bosch Automotive Electronics*, Portugal para um conjunto alargado de materiais com diferentes tipologias e classificações ABC.

Os nossos resultados revelam que a combinação de IS e de TS pode ser uma estratégia interessante para materiais caracterizados por planos de reaprovisionamento esparsos, qualquer que seja a sua classificação ABC.

No entanto, para materiais com planos de reaprovisionamento mais regulares, os resultados sugerem a adoção de estratégias de IS em detrimento de estratégias de TS (Fig. 2). Este último resultado revelou-se particularmente evidente para materiais da categoria C. Por outro lado, os nossos resultados mostram a pertinência do uso combinado de estratégias de segurança combinadas para materiais com incerteza ao nível dos processos de procura e abastecimento. Comparando a estratégia adotada pela empresa com as parametrizações ótimas obtidas pelo modelo de otimização/simulação proposto, os resultados revelam que, dependendo da categoria ABC dos materiais, a otimização conjunta de IS e TS permitiu a redução nos

custos de posse de inventário num intervalo de 9.7 até 24.6%, bem como melhorias no nível de serviço num intervalo de 1.1% até 13.3%. Neste contexto, para múltiplos produtos, foi possível reduzir os custos de inventário mantendo o nível de serviço desejado pela organização.

Atendendo a que este trabalho é uma investigação empírica realizada num contexto próprio, são necessários mais estudos que corroborem os benefícios da otimização conjunta de inventários e tempos de segurança em cadeias de abastecimento generalizadas. Acreditamos, no entanto, que o nosso trabalho pode servir como ponto de partida para futuras investigações neste domínio.

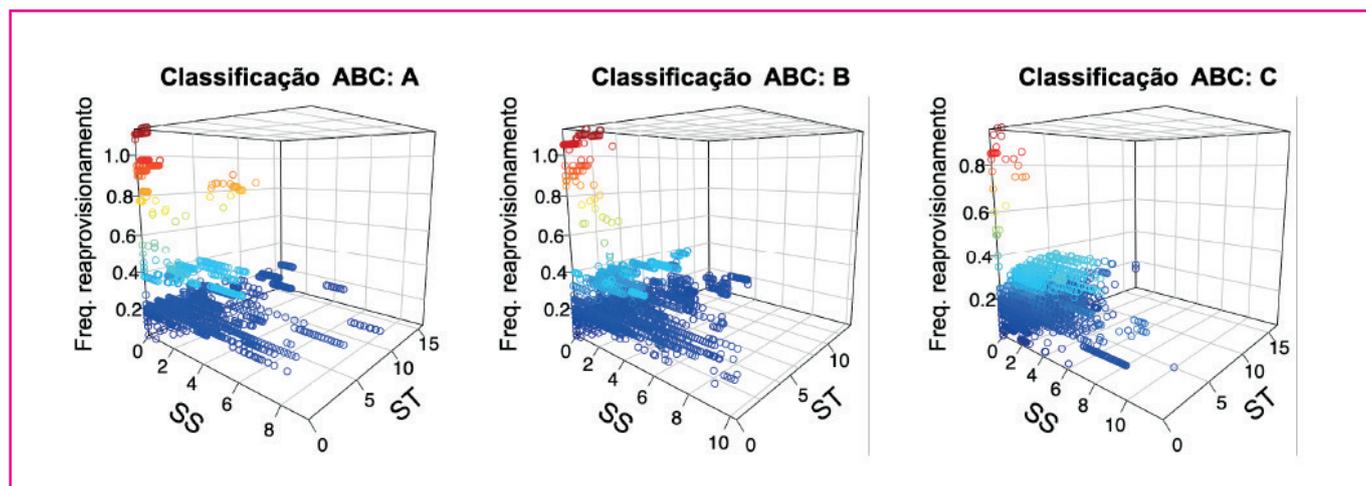


Fig 2 - Dinâmicas do espaço das variáveis de decisão em função do grau de frequência de reaprovisionamento.

REFERÊNCIAS

- [1] Whybark, D. C., & Williams, J. G. (1976). Material requirements planning under uncertainty. *Decision Sciences*, 7(4), 595-606.
- [2] Buzacott, J. A., & Shanthikumar, J. G. (1994). Safety stock versus safety time in MRP controlled production systems. *Management Science*, 40(12), 1678-1689.
- [3] Van Kampen, T. J., Van Donk, D. P., & Van Der Zee, D. J. (2010). Safety stock or safety lead time: coping with unreliability in demand and supply. *International Journal of Production Research*, 48(24), 7463-7481.
- [4] Guide Jr, V. D. R., & Srivastava, R. (2000). A review of techniques for buffering against uncertainty with MRP systems. *Production Planning & Control*, 11(3), 223-233.
- [5] Louly, M. A., Dolgui, A., & Hnaien, F. (2008). Supply planning for single-level assembly system with stochastic component delivery times and service-level constraint. *International Journal of Production Economics*, 115(1), 236-247.
- [6] Silva, P. M., Gonçalves, J. N. C., Martins, T. M., Marques, L. C., Oliveira, M., Reis, M. I., Araújo, L., Correia, D., Telhada, J., Costa, L., & Fernandes, J. M. (2022). A hybrid bi-objective optimization approach for joint determination of safety stock and safety time buffers in multi-item single-stage industrial supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108095.
- [7] Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., & Meyarivan, T. A. M. T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(2), 182-197.
- [8] Nebro, A. J., Durillo, J. J., Luna, F., Dorronsoro, B., & Alba, E. (2009). MOCcell: A cellular genetic algorithm for multiobjective optimization. *International Journal of Intelligent Systems*, 24(7), 726-746.
- [9] Zitzler, E., Laumanns, M., & Thiele, L. (2001). SPEA2: Improving the strength Pareto evolutionary algorithm. TIK-report, 103.

INTEGRAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MONETIZAÇÃO NO PROJETO E PLANEAMENTO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO SUSTENTÁVEIS



CÁTIA DA SILVA

CEGIST,
Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa
catia.silva@tecnico.ulisboa.pt

ENQUADRAMENTO

A exigência imposta ao mundo empresarial obriga à necessidade de responder a desafios governamentais e industriais, sendo isto apenas possível com uma integração eficiente das atividades globais da cadeia de abastecimento (CA) [1]. Inicialmente, estas centravam-se exclusivamente no seu fluxo direto para satisfação do cliente a um custo mínimo. Presentemente, o foco passa pela criação de valor ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, procurando uma recuperação dinâmica do seu valor. Aliado a este propósito, verificou-se a necessidade de responder a desafios ambientais e sociais impostos por regulamentação internacional para que a utilização de recursos no presente não comprometa as gerações futuras. De facto, as Nações Unidas identificaram uma significativa alteração do comportamento corporativo face a questões associadas à sustentabilidade, sendo notória a preocupação das CA atuais com os três pilares da sustentabilidade. Contudo, a gestão das CA sustentáveis considerando metas elevadas de eficiência e sustentabilidade é desafiadora, sobretudo quando essa gestão considera o projeto dinâmico e o planeamento de redes complexas. A complexidade destas redes leva a que existam mais fatores de risco e incerteza associados, o que leva à necessidade de se recorrer a ferramentas que auxiliem na tomada de decisão. A otimização é um método de investigação operacional relevante que pode ser usado para resolver estes problemas. Tendo em consideração que os *stakeholders* pretendem melhorar o desempenho ambiental e social das suas CA, enquanto otimizam o seu desempenho económico, a análise de *trade-offs* entre estes desempenhos requer métodos de otimização multiobjectivo. Sabendo que os decisores utilizam a unidade monetária para quantificação do desempenho económico da sua cadeia e sendo os pilares ambiental e social comumente quantificados de forma adimensional, uma possível forma de resolver estas questões é traduzir estes impactes numa mesma unidade monetária. Isso permite minimizar a subjetividade associada à interpretação dos desempenhos ambiental e social [2].

MONETIZAÇÃO

Monetização é o processo de conversão de impactes biofísicos e sociais em unidades monetárias e permite, no fundo, tornar visível o custo destes impactes [3]. Apesar de ser amplamente utilizada em análise de custo-benefício com considerável reconhecimento e aceitação, a monetização tem sido pouco aplicada à metodologia de análise de ciclo de vida associada às CA.

Uma das principais dúvidas que recai sobre a monetização é a questão ética que se encontra associada à tradução de impactes ambientais e sociais em unidades monetárias. É comum o argumento de que a perda de vidas humanas ou a desertificação em massa não podem ser avaliados por um mero valor monetário. No entanto, isso ocorre há anos, especificamente quando os agricultores são compensados pela perda das suas colheitas de subsistência ou quando um seguro de vida é pago pela perda de um ente querido. A monetização, como qualquer método de avaliação de impactes, pode conter algumas incertezas na avaliação de bens não comerciais e imperfeições ao longo do processo. Contudo, o seu propósito não é estimar ou atribuir um valor monetário absoluto para algo que não é avaliável [4]. O seu intuito é atribuir um valor que expressa o que a população está disposta a pagar por uma pequena (marginal) transformação na sua qualidade e/ou esperança de vida.

FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO

Neste contexto, de forma a contribuir para a resposta aos desafios acima elencados, desenvolveu-se uma ferramenta de apoio à decisão baseada em otimização para o projeto e planeamento de CA sustentáveis, contabilizando a monetização dos impactes ambientais. Esta ferramenta foi posteriormente estendida para incluir igualmente os impactes sociais, passando assim a incluir os três pilares da sustentabilidade.

A ferramenta proposta, cuja estrutura se apresenta na Fig. 1, baseia-se num Modelo de Programação Linear Inteira Mista, tendo sido concebida o mais genericamente possível, de forma a poder ser aplicada a diferentes CA.

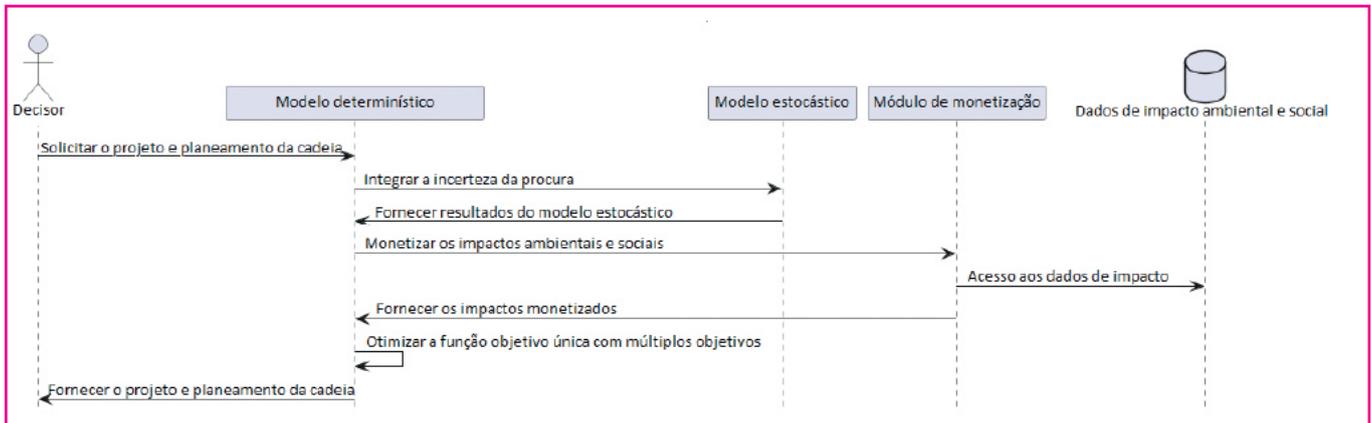


Fig. 1 - Estrutura da ferramenta de apoio à decisão

Este modelo considera três funções objetivo que traduzem os desempenhos económico, ambiental e social. Além disso, toda a formulação matemática tem em consideração a natureza estocástica do modelo desenvolvido com incerteza na procura dos produtos, utilizando uma abordagem de árvore de cenários.

ABORDAGEM ECONÓMICA

A abordagem utilizada possui o intuito de maximizar o valor atual líquido sob um conjunto de cenários incertos, cada um com uma dada probabilidade (Eq. 1). Esta inclui os fluxos de caixa de cada período de tempo, que são calculados tendo em consideração os resultados líquidos e o investimento fixo de financiamento.

Eq. (1)

$$EVAL = \sum_c prob_c \cdot VAL_c$$

ABORDAGEM AMBIENTAL

Nesta abordagem é utilizada a metodologia de avaliação do ciclo de vida. A primeira etapa consiste na definição do âmbito e objetivo, sendo definida como unidade funcional a CA (desde os fornecedores até aos clientes). Seguidamente, procede-se à análise de inventário que inclui a geração de diferentes fluxos elementares, os quais podem abranger matérias-primas, energia e ar. Posteriormente, segue-se a avaliação de impacto do ciclo de vida, que avalia a importância dos efeitos ambientais

futuros com base nos resultados da análise de inventário. Esta etapa envolve subjetividade associada à atribuição dos fatores de ponderação por parte dos decisores e dificuldade de escolha do método a ser aplicado. Tendo em consideração que pretendemos traduzir os impactos ambientais em unidades monetárias, foi utilizado o *Environmental Priorities Strategies*, por ter sido destacado pela Comissão Europeia como sendo um método completo e adequado. Os processos relacionados com a tecnologia de produção, instalação de entidades, transporte rodoviário, marítimo e aéreo são equacionados e analisados. Deste modo, é possível obter fatores de caracterização em unidades monetárias para cada categoria de impacto (*eprod*, *econs* e *etrans*). Estes fatores de caracterização são *inputs* para a avaliação do impacto ambiental total. Assim, obtém-se um impacto ambiental total em unidades monetárias. Este impacto total é considerado na função objetivo ambiental, que é minimizado dado um conjunto de cenários incertos com uma determinada probabilidade associada (Eq. 2).

Eq. (2)

$$\begin{aligned}
 \text{ImpacteA} = & \sum_c prob_c \left(\sum_{\substack{t \in T, n \in N_f \\ (p,h) \in E}} \frac{eprod_{ph} wp_p (Pro_{phnct} + Rem_{phnct})}{(1 + intr)^t} \right. \\
 & + \sum_{\substack{t \in T \\ (v,p,n,o) \in L}} \frac{etrans_v wp_p dist_{no} Tra_{pvnoct}}{(1 + intr)^t} + \sum_{n \in N_f \cup N_w} econs_n Cap_n \left. \right)
 \end{aligned}$$

é definido com base no princípio de que a criação de emprego deve ser promovida em regiões com maior taxa de desemprego. O impacto social monetizado da criação de empregos é traduzido pela relação entre o PIB per capita e o número de funcionários, como se verifica na Eq. (3).

ii) acidentes – correspondem a um incidente laboral que leva o trabalhador a abandonar temporariamente a CA. Espera-se que ocorram mais acidentes em regiões menos desenvolvidas, devido a condições de trabalho precárias, menos assistência médica e menor escolaridade. Assim, o impacto social dos acidentes é definido conforme se apresenta na Eq. (4).

iii) formação – corresponde ao número de horas de formação técnica e/ou específica por ano por trabalhador. O impacto social da

formação relaciona-se fundamentalmente com o IDH e com o número de funcionários. É expectável que com mais formação se obtenha maior produtividade. Em geral, países menos desenvolvidos oferecem menos horas de formação aos seus trabalhadores. Portanto, o seu impacto social monetizado é determinado como se observa na Eq. (5).

Finalmente, o impacto social global é obtido através da soma dos diferentes impactes sociais, sendo esta a função objetivo social que deve ser maximizada.

APLICAÇÃO PRÁTICA

Esta ferramenta foi, primeiramente, aplicada a um caso prático real (detalhado em [5]) em que cada desempenho da CA foi analisado de forma individualizada. Posteriormente, os três desem-

“A GESTÃO DAS CADEIAS DE ABASTECIMENTO SUSTENTÁVEIS CONSIDERANDO METAS ELEVADAS DE EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE É DESAFIADORA”

penhos foram agregados numa mesma função objetivo global.

Analisando os resultados, é possível perceber que uma pequena redução no lucro global leva a um melhoramento significativo dos impactes ambiental e social. Estas variações explicam-se por: i) instalação de entidades, considerando os custos de construção nos países em causa e a necessidade de reduzir os quilómetros percorridos para satisfazer as necessidades dos mercados; ii) produção é distribuída por todas as fábricas instaladas para gerar o maior número de empregos; iii) alocação de inventário, tendo em consideração o equilíbrio entre o número de postos de trabalho criados com a abertura de novas instalações e novas rotas de transporte, bem como as emissões de CO₂ e os custos de transporte associados.

Verifica-se que é promissor considerar diferentes desempenhos da CA na mesma função objetivo. Assim, uma solução equilibrada, onde todos os impactes são ponderados, pode ser facilmente considerada no projeto e planeamento das CA. De igual modo, o facto de os desempenhos ambiental e social serem traduzidos numa unidade monetária permite auxiliar e facilitar o processo de tomada de decisão e expandir o conhecimento de abordagens que eram puramente económicas para incluir simultaneamente as componentes ambiental e social.

Eq. (3)

$$\text{ImpacteS}_c(\text{CE}) = \sum_{\substack{t \in T \\ n \in N \\ m \in M}} \frac{\text{PIB}_n^{pc} \cdot N\text{Funcionarios}_{nmct} \cdot \lambda_n}{(1 + intr)^t}$$

Eq. (4)

$$\text{ImpacteS}_c(\text{Ac}) = \sum_{\substack{t \in T \\ n \in N \\ m \in M}} \frac{\text{PIB}_n^{pc} \cdot N\text{Empregados}_{nmct} \cdot (1 - \gamma_{nm})}{(1 + intr)^t}$$

Eq. (5)

$$\text{ImpacteS}_c(\text{F}) = \sum_{\substack{t \in T \\ n \in N \\ m \in M}} \frac{\sigma \cdot N\text{Empregados}_{nmct} \cdot \epsilon_n \cdot \frac{1}{\text{IDH}_n}}{(1 + intr)^t}$$

REFERÊNCIAS

- [1] Barbosa-Póvoa, Ana Paula, Cátia da Silva, and Ana Carvalho. 2018. "Opportunities and Challenges in Sustainable Supply Chain: An Operations Research Perspective." *European Journal of Operational Research* 268 (2): 399–431. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2017.10.036>.
- [2] Silva, Cátia da, Ana P. Barbosa-Póvoa, and Ana Carvalho. 2021. "Towards Sustainable Development: Green Supply Chain Design and Planning Using Monetization Methods." *Business Strategy and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/bse.2960>.
- [3] Pizzol, Massimo, Bo Weidema, Miguel Brandão, and Philippe Osset. 2015. "Monetary Valuation in Life Cycle Assessment: A Review." *Journal of Cleaner Production* 86: 170–79. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.007>.
- [4] Bachmann, T. M. (2019). *Optimal pollution: The welfare economic approach to correct related market failures*. In J. Nriagu (Ed.), *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition)* (pp. 767–777). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09382-9>
- [5] Silva, Cátia da, Ana P. Barbosa-Póvoa, and Ana Carvalho. 2020. "Environmental Monetization and Risk Assessment in Supply Chain Design and Planning." *Journal of Cleaner Production* 270: 121552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121552>.

UMA TRAJETÓRIA ACADÉMICA INTERNACIONAL NA INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL, PONTES ENTRE PORTUGAL E FRANÇA

Todo o meu percurso académico superior passou pela Universidade do Minho, onde tirei as licenciaturas de Ensino de Matemática e Matemática Aplicada, e onde fiz o meu doutoramento com a orientação dos professores Valério de Carvalho e Cláudio Alves, que me fizeram descobrir este domínio fascinante da Investigação Operacional.

O meu primeiro contacto com o mundo da investigação deu-se ainda durante o estágio da licenciatura em Matemática Aplicada, quando integrei o projeto SCOOP, no centro de investigação ALGORITMI. Este projeto europeu contou com a colaboração de pequenas e médias empresas da indústria do mobiliário, e universidades italianas, espanholas e portuguesas e teve como objetivo o desenvolvimento de um software de apoio à decisão, para a resolução de problemas complexos de gestão e de controlo de processos e sistemas produtivos desta indústria.

No decorrer do meu doutoramento, trabalhei sobre métodos de resolução exacta para problemas de programação inteira NP-difíceis, nomeadamente o problema de corte e empacotamento e o problema de encaminhamento de veículos. Durante este período, passei dois meses em França, numa colaboração com colegas da Universidade de Lille e da Universidade de Valenciennes, no instituto de investigação INRIA. Depois de defender a minha tese, e no seguimento desta colaboração internacional, foi-me proposto um contrato de post-doc no CNRS (Centro Nacional de Investigação Científica francês). Fui então novamente para o norte de França, trabalhar no centro de investigação LAMIH, da Universidade de Valenciennes, numa equipa da área da Investigação Operacional com forte interesse no campo da *supply chain* e dos transportes. Trabalhámos em projetos relacionados com sistemas de transporte sustentáveis, com um impacto muito relevante no transporte regional, de maneira a propor uma gestão otimizada e multimodal das redes de transportes urbanos e interurbanos. Integrei também por algum tempo o instituto de investigação tecnológica RAILENIUM, onde trabalhei num grande projeto com foco na infraestrutura ferroviária, envolvendo parceiros industriais, de I&D e autoridades locais. A minha estadia em França foi-se prolongando com sucessivos contratos de investigação

e foi crescendo em mim uma indecisão entre continuar uma carreira neste país ou voltar para Portugal. A decisão de ficar em França foi tomada de forma progressiva, tendo-a eu encarado como um desafio, já que vermo-nos fora da nossa zona de conforto, longe da família e amigos, numa cultura diferente, confrontados com uma língua que não dominamos, não é à partida fácil. Porém, todo este processo foi sem dúvida muito enriquecedor, tanto a nível profissional como pessoal.

Em 2015, e uma vez parcialmente ultrapassado o obstáculo da língua francesa, integrei o corpo docente da Universidade de Lille, como *Maître de Conférences*, onde trabalho até hoje, estando também associada ao centro de investigação LEM. Lille é um verdadeiro hub logístico excepcional, tendo, num raio de 300 km, a densidade populacional mais rica da Europa. Esta região possui uma excelente conexão com a rede ferroviária europeia, uma rede de autoestradas que permite o acesso direto aos principais eixos europeus, e está a uma proximidade imediata dos principais portos marítimos da Europa. Não é por isso de admirar a existência, nesta região, de inúmeros projetos, oportunidades de investigação e colaborações com o mundo sócio-económico aplicados a este campo da logística e dos transportes, que continua a ser o meu domínio de investigação por excelência.

Desde a minha chegada a esta universidade, assumi muito rapidamente várias responsabilidades pedagógicas, o que me tomou bastante tempo e energia, mas, por outro lado, me deu a conhecer de uma forma mais profunda o sistema universitário francês, que é um pouco diferente do nosso. Uma das particularidades interessantes deste sistema é a possibilidade de os estudantes fazerem uma parte ou a totalidade da sua formação a um ritmo alternado, tendo um contrato de trabalho adaptado com uma empresa. Isto é particularmente interessante para os estudantes e para as empresas, mas também para a comunidade académica, pois dá-nos a oportunidade de criar parcerias com pequenas, médias ou grandes empresas dos mais diversos setores de atividade.

Paralelamente a tudo isto, constituí a minha família em França, onde tenho agora inevitavelmente raízes profundas, pelo que um retorno a Portugal não faz parte dos meus planos a



RITA MACEDO

Université de Lille
rita.macedo@univ-lille.fr

médio prazo. Contudo, a minha relação com o meu país continua a ser forte. Estabelecemos, por exemplo, no meu departamento, um contrato Erasmus+ com a Universidade do Minho, o que já me permitiu fazer algumas mobilidades a Portugal e a trabalhar neste momento sobre o intercâmbio de estudantes entre as duas Universidades. Gostaria também muito de, num futuro próximo, estabelecer colaborações científicas com colegas em Portugal, que possam gerar contribuições significativas entre o meu país de origem, que me formou, e o país que tão bem me tem acolhido!

IO 2024 | O potencial da IO na Formulação e Implementação de Políticas Públicas

O IO2024 - XXIII Congresso da Associação Portuguesa de Investigação Operacional terá lugar na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viseu de 24 a 26 de março de 2024.

O Congresso da APDIO é o evento nacional que reúne todos os interessados em Investigação Operacional e onde poderemos aprofundar os conhecimentos sobre recentes desenvolvimentos teóricos, metodológicos e de aplicações da Investigação Operacional. Nos três dias do congresso teremos oportunidade de aprender, compartilhando sucessos e insucessos, reforçar a rede de colaborações e também rever amigos.

Regressaremos no IO2024 ao modelo "pré-pandemia", com sessões paralelas e apresentações mais longas. Tentaremos, no entanto, trazer para esse formato as lições aprendidas nas duas últimas edições para que a experiência de todos seja mais gratificante.

O EstudIO, que terá mais uma vez o patrocínio da SISCOG, permitirá divulgar os trabalhos de Investigação Operacional dos nossos estudantes de licenciatura e de mestrado num fórum que decorrerá integrado no congresso.

O tema do IO2024 é "O potencial da IO na Formulação e Implementação de Políticas Públicas". Mostraremos durante os dias do congresso que a Investigação Operacional desempenha um papel importante ao fornecer ferramentas e técnicas analíticas para auxiliar na formulação, implementação e avaliação de políticas públicas eficientes e eficazes, ajudando os governos e outras entidades a tomar decisões mais informadas.

Para conseguirmos construir um IO que seja uma experiência memorável para todos, contamos com uma comissão organizadora muito empenhada e com uma comissão de programa que reúne, em cargos por inerência, pessoas com experiência acumulada de congressos anteriores a que se juntaram sócios da APDIO académicos e vindos das empresas parceiras.

Para tornar mais visível a parceria que a APDIO tem há vários anos com a SEIO e a SOBRAPO, associações congêneres de Espanha e do Brasil, contamos pela primeira vez na comissão de programa com representantes dessas duas associações que trarão ao congresso as suas experiências e que ajudarão a criar laços mais fortes entre os sócios das três associações.

Como é habitual, a sessão de encerramento do congresso incluirá a atribuição de prémios. Na sessão de encerramento do IO2024 será anunciada a tese vencedora do prémio APDIO IO 2024, atribuído à melhor tese de doutoramento de um sócio da APDIO defendida com êxito em 2021, 2022 ou 2023 e também o artigo vencedor do prémio Augusto Queirós Novais que se destina a galardoar o melhor artigo na área de Process Systems Engineering publicado em 2021, 2022 e 2023 por sócios da APDIO. Na sessão de encerramento será também entregue o prémio EstudIO.

Contamos com a sua presença na fantástica cidade de Viseu para participar no IO2024!

Carlos Henggeler Antunes, Presidente da APDIO

Paula Sarabando, Presidente da Comissão Organizadora

Maria Antónia Carravilla, Presidente da Comissão de Programa

Realizaram-se quatro seminários do projeto 03F

No âmbito do projeto "03F - An Optimization Framework to reduce Forest Fire" (financiado pela FCT, PCIF/GRF/0141/2019) realizaram-se quatro seminários (Braga, Aveiro, Guimarães e Ponte da Barca) com os objetivos de divulgar abordagens baseadas em investigação operacional em incêndios rurais e de aprofundar o conhecimento sobre o tema com especialistas e agentes diretamente envolvidos na sua prevenção e combate.

Um resultado do projeto é um framework em python que implementa as abordagens desenvolvidas, e servirá como prova de conceito na utilização da otimização em contextos reais. Mais informações: Filipe Alvelos (PI), falvelos@dps.uminho.pt

5ª edição da conferência internacional Health Care Systems Engineering

A 5ª edição da conferência Health Care Systems Engineering ocorrerá em Lisboa, de 14 a 16 de setembro de 2023, sendo organizada numa parceria entre as escolas de engenharia e medicina da Universidade de Lisboa. Este evento, tradicionalmente sediado num hospital e que promove discussões entre académicos e profissionais de saúde, terá lugar no Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte, o maior centro hospitalar do país. Para mais informações, consulte o nosso website <https://hcse2023.tecnico.ulisboa.pt/>

Aprovado projeto Europeu PEER – The Hyper Expert Collaborative AI Assistant

O projeto PEER irá focar-se em colocar o utilizador no centro de toda a cadeia de conceção, desenvolvimento, implantação e avaliação da inteligência artificial, permitindo verdadeiras interações com humanos na resolução de problemas de decisão sequenciais. A ideia central é permitir um fluxo de comunicação bidirecional com circuitos de feedback entre os utilizadores e a inteligência artificial, conduzindo a uma melhor colaboração, aprendizagem e raciocínio mútuos e, por conseguinte, a uma maior confiança e aceitação por parte dos utilizadores. O projeto realizará uma integração e avaliação das novas abordagens em vários casos de uso reais.

Aprovada nova Ação COST - Randomised Optimisation Algorithms Research Network (ROAR-NET)

Foi recentemente aprovada pelo COST Committee of Senior Officials a Ação COST CA22137 - Randomised Optimisation Algorithms Research Network (ROAR-NET). O principal desafio da Ação é fazer dos algoritmos de otimização aleatorizados métodos altamente competitivos em todos os aspetos da sua aplicação prática, incluindo fatores humanos, processos e tecnologias. Pretende ainda conduzir à adoção generalizada destes algoritmos no mundo real e ao desenvolvimento sustentado de software que os suporte. A Ação é liderada por Carlos M. Fonseca, do Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra. A proposta envolveu 73 proponentes de 35 países em 5 continentes, incluindo 11 empresas e 2 ONGs. Mais informação encontra-se disponível na página da Ação em <https://cost.eu/actions/CA22137/>.

Estudante da Universidade de Coimbra conquista competição internacional de simulação

O estudante do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), Arthur Jorge Correa, sagrou-se vencedor da "Student Simulation Competition" promovida pela Simio. A competição contou com a participação de 434 equipas e um total de 1.319 estudantes. Neste concurso internacional, o aluno de mestrado desenvolveu um trabalho na área da logística desportiva, mais especificamente relacionado com a avaliação das operações e da logística durante um jogo de futebol.

Edição comemorativa de revista internacional ITOR

Dois dos 30 artigos selecionados para fazer parte da edição especial que assinala o 30º aniversário da revista International Transactions in Operational Research (ITOR) são da autoria de sócios da APDIO: Abdur Rais e Ana Viana, "Operations Research in Healthcare: a survey", International Transactions in Operational Research (2010) 18: 1-31 e Elsa Silva, José Fernando Oliveira, e Gerhard Wäscher, "The pallet loading problem: a review of solution methods and computational experiments", International Transactions in Operational Research (2016), 23: 147-172.



Associação Portuguesa de Investigação Operacional
Departamento de Engenharia e Gestão
Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1
1049-001 Lisboa, Portugal
apdio@euro-online.org



<http://apdio.pt/home>
<https://www.facebook.com/APDIO.PT/>
<https://www.linkedin.com/in/apdio-pt-545718177/>

BOLETIM

APDIO

Equipa Editorial

Elsa Silva

elsa@dps.uminho.pt

Maria João Santos

mjsantos@inesctec.pt

Sara Martins Correia

ssbm@estg.ipp.pt

Design

Inês Assis

inesassis.design@gmail.com

Impressão

Gráfica Pacense, Lda.

Tiragem

150 exemplares