



MANUEL CRUZ
LEMA, Instituto
Superior de Engenharia do Porto.
mbc@isep.ipp.pt

SANDRA RAMOS
LEMA, Instituto
Superior de Engenharia do Porto e
CEA-UL, Universidade Lisboa
sfr@isep.ipp.pt

MATEMÁTICA INDUSTRIAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA | O CASO NORS

A transferência de tecnologia entre grupos de investigação e empresas no contexto da Matemática Industrial ainda é pouco divulgada e frequentemente desconhecida do público em geral. Neste artigo apresentamos uma visão geral e alguns dos resultados provenientes de uma colaboração iniciada em 2013 entre o centro de investigação LEMA e o grupo empresarial português Nors, partilhando alguns dos fatores mais relevantes para o sucesso desta parceria.

INTRODUÇÃO

A gestão de uma empresa, *startup* ou grupo empresarial é hoje em dia uma tarefa de enorme complexidade. O ritmo alucinante a que são gerados novos dados, as alterações disruptivas nos diferentes processos ou as constantes transformações e exigências do mercado implicam uma constante monitorização e adaptação das estratégias de gestão. Uma correta avaliação dos riscos e oportunidades que cada decisão pode trazer para o negócio, bem como a sua adaptação a diferentes momentos, é a base de uma estrutura sólida e duradoura que permita navegar com alguma estabilidade na presente conjuntura mundial. A Matemática Industrial pode proporcionar às empresas uma panóplia de ferramentas – modelos matemáticos – que, se bem aplicadas, permitem suportar uma decisão informada, diminuindo o risco, potenciando oportunidades de sucesso, conduzindo assim a novos patamares de eficiência. A metodologia MSO (Modelação Matemática, Simulação e Otimização) aplicada integral ou parcialmente aos desafios das organizações modernas, independentemente da sua dimensão, pode trazer enormes benefícios¹. Este artigo procura ilustrar esta ideia, tendo como base uma parceria entre um grupo de investigação (LEMA) e um grande grupo empresarial sediado em Portugal (Nors).

O grupo Nors é um grupo português cuja visão é ser um dos líderes mundiais em soluções de transporte, equipamentos de construção e agrícolas, tendo na sua génese mais de 87 anos de história e atividade em Portugal. Atualmente, a Nors está presente em 17 países distribuídos por quatro continentes, com mais de 3700 colaboradores e um volume de negócios superior a 1,6 mil milhões de euros. Historicamente associada à sua liderança no setor automóvel, a Nors é hoje uma multinacional com um âmbito de atuação alargado, que desenvolve as suas atividades em quatro grandes áreas de negócio: Original Equipment Solutions, Integrated Aftermarket Solutions, Recycling Solutions e Safekeeping Solutions². A área de Integrated Aftermarket Solutions compreende diversas empresas que têm como atividade principal a comercialização de peças de substituição para veículos automóveis. Foi precisamente nesta área que, em 2013, o grupo Nors e o Laboratório de Engenharia Matemática (LEMA) iniciaram a sua parceria. O LEMA é um grupo de investigação

¹ Ver, por exemplo, <http://www.eu-maths-in.eu/success-stories>

² Informação baseada em "Nors Company Profile": Documento interno do grupo Nors.

residente no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), com atividade nas áreas de Matemática Industrial e de Engenharia Matemática. Atualmente, este grupo multidisciplinar é constituído por cerca de 20 investigadores, que centram a sua investigação em diferentes áreas de matemática e engenharia com um historial de colaborações bem-sucedidas com diversas empresas.

As competências matemáticas do LEMA ajudaram o grupo Nors a utilizar e a direcionar o seu potencial de forma informada e inteligente, com vista à prossecução dos objetivos delineados pela sua equipa de gestão. Após sete anos consecutivos de uma parceria profícua e gratificante, são já muitos os desafios a que foi possível responder com sucesso, utilizando diversas metodologias e ferramentas de base matemática. Nas secções seguintes apresentamos, enquanto investigadores, a nossa visão sobre este trabalho conjunto, partilhando algumas experiências e resultados.

UMA VISÃO GERAL

Em 2013, o grupo Nors não incluía nos seus quadros qualquer matemático exercendo esse tipo de funções, não tendo nunca sentido essa necessidade. Nesse ano, e como resultado de uma auditoria ao grupo, foram identificados diversos pontos a corrigir, entre os quais se encontrava a recomendação de melhorias do sistema de informação, principalmente no que dizia respeito à gestão de stocks dos serviços de peças *aftermarket* numa das suas empresas. O objetivo principal desta empresa consiste em fornecer pontos de venda e oficinas com peças de substituição para automóveis ligeiros. Sendo um dos principais atores no mercado ibérico, esta estrutura incluía na sua base de dados mais de 200.000 referências. Todo o processo de gestão de encomendas a fornecedores, desde quando até quanto encomendar, estava baseado num procedimento que, sendo elementar do ponto de vista matemático, era demorado, complexo na sua implementação e requeria um número significativo de recursos humanos. Dada a inexistência de uma equipa de I&D dentro do grupo, a Nors apresentou as conclusões da auditoria ao LEMA, com o intuito de perceber se as suas competências matemáticas poderiam ser úteis para responder às limitações encontradas pela equipa de auditores externos. O LEMA propôs então a realização de um estágio curricular para um aluno do mestrado de Matemática Aplicada à Engenharia e às Finanças do Instituto Superior de Engenharia do Porto, que decorreu entre outubro de 2013 e junho de 2014. O modelo matemático criado neste contexto, depois de testado e parametrizado para responder às expectativas

da empresa, originou uma aplicação informática que se tornou a principal ferramenta de gestão de stocks da empresa. Logo no final do estágio, o grupo optou por criar uma vaga para o matemático estagiário, independentemente da submissão de novos projetos para estágios de alunos finalistas em matemática. Dado o sucesso obtido com este projeto inicial – vencedor do Prémio de Inovação Nors em 2014 –, o grupo assinou também um acordo com o LEMA, de financiamento exclusivamente privado, para assessoria e acompanhamento em futuras ações de I&D relacionadas com a Matemática Industrial.

Além do diverso trabalho realizado quer na empresa quer no grupo de investigação, o modelo de colaboração – ainda presentemente em vigor – espelha o que foi testado no primeiro ano com sucesso: reuniões periódicas com uma agenda focada no objetivo operacional da empresa. Nestes encontros estão presentes investigadores com *know-how* científico apropriado aos desafios práticos propostos (à semelhança do que é realizado nos European Study Groups with Industry), colaboradores da empresa que possuem o conhecimento operacional do negócio e, frequentemente, um gestor alinhado com as principais diretrizes de gestão do grupo. Desta forma, todos os intervenientes ajudam a encontrar um equilíbrio entre a adequação do modelo à realidade e aos objetivos da empresa, a otimização de resultados e o rigor científico tendo em conta os recursos físicos e humanos disponíveis. A isto acresce a preocupação constante de todos os intervenientes em cumprir a dimensão temporal do projeto, permitindo uma transferência de tecnologia efetiva que cumpra a escala de tempo empresarial que, muito frequentemente, é diferente da escala de tempo científica. Por diversas vezes, a versão final de um modelo é implementada em fases sucessivas, garantindo à empresa que os resultados intermédios obtidos são já aplicados a seu favor.

Com a progressão destas reuniões mensais de I&D entre o LEMA e a equipa Nors, identificaram-se outros desafios que eram passíveis de serem abordados do ponto de vista matemático. De forma natural, foram-se juntando a este projeto diversos estagiários (muitos deles provenientes do mestrado de Engenharia Matemática da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) que, em quase 80% dos casos, foram incluídos nos quadros da Nors findo o projeto de estágio. A visão dos gestores do grupo de que um trabalho continuado, profissional e otimizado não se compagina com a substituição de um estagiário por outro numa ótica puramente economicista permitiu uma consistência e uma rapidez nos resultados obtidos que não



Figura 1. Alguns intervenientes na parceria LEMA-Nors (Dez 2019).

seriam passíveis de ser alcançadas de outra forma.

Como resultado, em 2017 a Nors criou o LabMI – Laboratório de Matemática Industrial, com o objetivo de organizar a resposta às solicitações das diversas empresas e departamentos que constituem aquele grupo empresarial. Com esta estrutura formal, e correspondente massa crítica, o ritmo de desenvolvimento dos diferentes projetos atingiu um patamar muito significativo, conforme apresentaremos nas secções seguintes.

ALGUNS RESULTADOS

Nesta secção realçamos alguns dos projetos desenvolvidos ao longo deste período, com o intuito de partilhar alguns aspetos relevantes de um projeto de transferência de tecnologia entre matemática e indústria. Dado o caráter de divulgação inerente a esta coluna, ao que se juntam as naturais questões de confidencialidade, omitimos os pormenores técnicos. No entanto, parece-nos importante referir que estes modelos foram idealizados, testados, implementados e materializados em aplicações informáticas utilizando apenas os recursos humanos do LabMI e do LEMA, isto é, quadros com sólida formação em matemática. O *software* resultante deste processo tem sido desenvolvido maioritariamente em Matlab, R e/ou Python, e está sempre focado numa implementação articulada entre os modelos desenvolvidos e o ERP (Enterprise Resource Planning) utilizado pelo grupo, de forma a permitir uma fácil utilização do mesmo pelos diferentes colaboradores da empresa a que se destinam.

Comprar com Inteligência

O projeto inicial da parceria LEMA-Nors, mais tarde denominado "Comprar com Inteligência", ainda hoje está em constante atualização. Começou pela construção de um modelo de previsão da procura para as centenas de milhares de referências de peças para automóveis ligeiros que o grupo comercializa através de uma das suas empresas. Pela conjugação de diversos métodos de previsão, o modelo procura encontrar, para cada referência, o método mais eficiente, de acordo com uma métrica decidida em conjunto com os objetivos do grupo. O software daí resultante, sendo facilmente parametrizável, permite que os gestores de produto usufruam de uma ferramenta fiável para a colocação de encomendas a fornecedores com diferentes tipos de condicionantes. Logo no final do primeiro ano de utilização, tinha permitido diminuir o stock da empresa em 18% e aumentar o nível de serviço de 92% para 93%. Tudo isto num ano em que as vendas da empresa cresceram 9%. Adicionalmente, diminuiu o tempo necessário à conclusão de uma encomenda em mais de 50%, quando comparado com o sistema utilizado anteriormente. Como a empresa em questão possui mais de uma centena de fornecedores com diferentes particularidades, foi dada especial atenção à parametrização e à escalabilidade do modelo, com respeito aos recursos informáticos disponíveis no grupo.

Numa segunda fase, este modelo foi atualizado com diversas funções adicionais a nível da análise de performance, alertas e indicadores futuros. Posteriormente, foi-

-lhe também acrescentado um módulo de otimização global das encomendas, que além da previsão dos consumos, calcula o período ótimo de encomenda de forma a maximizar determinados objetivos delineados pela gestão. A adaptabilidade do modelo a novas condições foi comprovada muito recentemente, com o início do período de confinamento associado à pandemia da Covid-19, em que muito rapidamente o stock foi ajustado à nova conjuntura. Áreas como a otimização, a estatística ou a análise numérica foram essenciais para o nível de robustez e de precisão atingido. Desenvolvido em MatLab, este software está totalmente integrado com os sistemas informáticos utilizados no grupo, funcionando como um modelo autónomo, permitindo que sejam testadas e efetuadas novas atualizações e melhoramentos pelo LabMI, sem ser necessário alterar nenhum módulo do ERP. Adicionalmente, a recente implementação de um sistema SAP na empresa não exigiu praticamente nenhuma alteração ao modelo construído, com os pequenos ajustes necessários a serem assegurados pelos recursos do LabMI.

De olho no mercado

O acompanhamento constante do desempenho do negócio é essencial para se conseguir criar estratégias efetivas e orientá-las para os principais objetivos operacionais. O segundo projeto da parceria LEMA-Nors surgiu, justamente, da necessidade de desenvolvimento de aplicações informáticas que facilitassem o acompanhamento deste desempenho. As aplicações foram desenvolvidas em MatLab, Python e Power BI e estão baseadas em resultados das áreas de estatística e análise de dados. Permitem obter, de forma dinâmica e para diferentes níveis de detalhe (cliente, segmento de cliente, loja, vendedor, importador, tipo de veículo ou tipo de peça, entre outros) valores de indicadores de vendas essenciais para o negócio, emitindo alertas automáticos sempre que os valores desses indicadores se desviam muito dos valores de referência, fornecendo ainda previsões para alguns indicadores.

Eficiência nas rotas

O terceiro projeto da parceria que aqui apresentamos, pretendeu contribuir para uma otimização de rotas de entrega de encomendas e visitas a clientes, por forma a reduzir custos logísticos, garantindo o nível de serviço prestado ao cliente. O modelo criado baseou-se num VRP (Vehicle Routing Problem), obedecendo a múltiplas restrições (recursos, clientes, rede de estradas, etc.), tendo sido integrado com uma API de geolocalização, que



Figura 2: Simulação de processo de otimização de rotas (imagem gentilmente cedida pelo grupo Nors)



Figura 3: Imagem de aplicação desenvolvida (imagem gentilmente cedida pelo grupo Nors)



Figura 4: Imagem de aplicação desenvolvida (gentilmente cedida pelo grupo Nors)

permite calcular e visualizar rotas otimizadas em tempo real, num ambiente *user-friendly* e compreendendo dados cartográficos de alta qualidade.

Esta solução de roteamento, desenvolvida em MatLab, utiliza conhecimento proveniente das áreas Matemática Discreta, Otimização e *Data/Web Mining*, permitindo a otimização da carteira dos vendedores, um aumento do nível de serviço aos clientes e uma redução significativa dos custos associados.

Satisfação dos clientes

Atualmente, a satisfação dos clientes é uma das principais preocupações tidas em conta pelas organizações. Outro dos projetos desenvolvidos no contexto desta parceria debruçou-se precisamente sobre a avaliação da satisfação dos clientes de diferentes empresas do grupo Nors. A informação usada no projeto é resultante de inquéritos de avaliação da satisfação de clientes, efetuados segundo uma amostragem probabilística. O projeto iniciou-se com a estimação de diferentes modelos estatísticos da classe dos modelos lineares generalizados, na tentativa de identificar, entre as várias dimensões avaliadas por inquérito (e.g., satisfação com os preços, execução do trabalho realizado ou diversidade de oferta), aquelas que, de forma significativa, melhor explicam a satisfação do cliente Nors. Paralelamente, foi investigada a existência de potenciais relações entre os níveis de satisfação e as vendas das empresas do grupo. Nesta avaliação consideraram-se duas abordagens. A primeira baseada em métodos de regressão linear múltipla e a segunda com recurso a modelos longitudinais (modelos lineares gerais e modelos lineares mistos). Este projeto foi desenvolvido e automatizado em R, tendo por base as áreas de Estatística e Análise de Dados. Como resultado, cada empresa do grupo Nors pode agora identificar os fatores que mais influenciam a satisfação do cliente e consequente definição de estratégias para melhorar essa satisfação.

Gestão de atendimento

Hoje em dia, o relacionamento da maioria das empresas com os seus clientes é efetuado numa lógica multicanal. A reorganização dos diferentes canais de atendimento de algumas lojas do grupo Nors constituiu mais um dos projetos desta parceria. Na empresa em questão, o modelo de negócio assentava em três formas de interação com o cliente: atendimento presencial (em loja), atendimento telefónico e plataforma online. Para conseguir um bom nível de satisfação dos clientes com o serviço prestado, as duas primeiras formas de contacto exigem uma afetação dos recursos humanos, que deve ter em conta o número efetivo de solicitações através de cada um dos canais. Visto a procura dos diversos canais ter uma componente aleatória significativa, o modelo contruído foi baseado na teoria das filas de espera de forma a conseguir uma aderência significativa aos dados históricos da empresa. Depois de validado, pôde ser utilizado para a simular e otimizar diferentes cenários, permitindo que os gestores analisassem o seu comportamento perante parametrizações distintas. Desta forma, foi possível dimensionar o sistema de atendimento da cadeia de lojas,

de forma a garantir o nível de serviço desejado em todos os horários, tendo em conta os recursos humanos existentes e otimizando a experiência do cliente. Esta solução teve por base conhecimentos provenientes da área de Probabilidade e Estatística e foi integralmente programada em MatLab.

Contratos de assistência

Este projeto teve como objetivo principal dimensionar o preço dos contratos de assistência de veículos pesados que, resumidamente, poderão ser descritos como pacotes integridos de manutenção e reparação, permitindo ao cliente o controlo de custos com uma dada viatura através de uma mensalidade fixa. Neste caso foi desenvolvida uma metodologia que, utilizando diversos fatores decorrentes da análise dos dados existentes, permite estimar e balizar os custos dos contratos de assistência negociados por duas das empresas do grupo. O processo baseou-se na modelação probabilística de custos acumulados de reparação e de custos acumulados de manutenção, vistos como variáveis aleatórias independentes, em diferentes momentos da vida do contrato. O custo total do contrato pôde assim ser calculado em função do período de execução (tempo ou quilómetros) de quantis de interesse das distribuições ajustadas. Com base nos resultados do modelo, o gestor do produto pode assim determinar o valor final do contrato com um determinado nível de confiança.

A metodologia proposta, baseada em conceitos teóricos da área da Probabilidade e da Estatística, foi implementada em Python e R, resultando numa interface gráfica que permite ao gestor do negócio simular valores associados aos contratos de assistência, tendo em conta diferentes cenários.

Rolling Forecast

O projeto de Rolling Forecast foi desenvolvido juntamente com a equipa de gestão estratégica do grupo. Além de outros procedimentos, a equipa recorria mensalmente a uma ferramenta baseada em bandas de controle para identificar desvios significativos nos valores anunciados pelo gestor do negócio, relativamente a uma tendência prevista pelo grupo para os 15 meses seguintes. Apesar de altamente atrativa, a ferramenta exigia muito tempo de execução e era altamente dependente do utilizador. O objetivo deste projeto foi automatizar a ferramenta existente, torná-la independente do utilizador e proceder à eliminação de parâmetros de entrada não essenciais. Recorrendo a metodologias de previsão como redes neuronais, modelos ARMAX ou modelos de alisamento exponencial, bem como a outras ferra-

mentas estatísticas, foi possível automatizar a obtenção das bandas de segurança. Desta forma, garantimos que diversos parâmetros utilizados no ajuste dos modelos de previsão e na definição da amplitude daquelas bandas passaram a ser baseados na informação extraída das bases de dados existentes, e não no livre-arbítrio dos utilizadores.

A solução foi desenvolvida na linguagem R, com exportação para o formato utilizado pela equipa de gestão estratégica, com suporte teórico oriundo das áreas da Estatística e da Análise de Dados.

CONCLUSÕES E FATORES RELEVANTES PARA O SUCESSO

Este trabalho pretende contribuir com uma visão matemática desta colaboração, focando o ponto de vista dos investigadores. O ponto de vista industrial foi apresentado por Margarida Pina, representante do Grupo Nors no *Industry Day* do *International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM2019)*³, realizado em Valência no ano transato. O artigo "Industrial Mathematics: driving a new management approach", que aguarda publicação na SEMA-SIMAI Springer Series, descreve os pontos mais importantes daquela contribuição. Fica a referência, para que os leitores que considerem interessante comparar estas duas visões sobre o mesmo assunto a possam consultar.

Nos diversos fóruns onde tivemos a oportunidade de apresentar este trabalho, fomos muitas vezes questionados sobre quais os fatores que consideramos mais importantes para o sucesso de uma parceria com esta longevidade. A título de resumo, parece-nos importante referir aqui os seguintes pontos:

1. **Investigação dedicada à implementação prática do modelo.** Apesar de o LEMA ser um grupo de investigação, em parcerias empresariais é sempre dada muita importância à construção de modelos matemáticos implementáveis com base nos recursos existentes nos parceiros industriais, e que permitam obter em tempo útil respostas às expectativas da empresa. Esta investigação direcionada, por oposição à chamada "investigação aberta", significa que à construção do modelo matemático (abstrato) deve estar associado o comprometimento com a implementação do modelo dentro da empresa, com os recursos aí existentes (concreto). Isto implica uma preocupação com a escalabilidade, a eficiência e os tempos de execução que têm de ser pesados para cada empresa em particular. Este facto poderá não permitir construir a melhor solução logo de raiz, sendo importante que todos os intervenientes o assumam desde o início. Para al-

guns matemáticos, esta restrição traz muitas vezes um sentimento menos positivo. Na realidade, os investigadores metódicos e perfeccionistas têm dificuldade, nos trabalhos a que se propõem, em deixar de tentar otimizar a solução proposta. No entanto, a compreensão da heterogeneidade entre o tempo de investigação e o tempo dos negócios é uma condição fundamental para um salutar funcionamento de uma efetiva transferência de tecnologia entre matemática e indústria. Muitas vezes, isto foi ultrapassado com a construção de modelos intermédios (implementados em tempo útil), que posteriormente foram sendo substituídos por soluções cada vez melhores, sempre adaptadas ao tempo e aos recursos existentes.

2. **Definição, a priori, de uma métrica de sucesso.** Sempre que possível, tentamos encontrar a melhor forma de quantificar o estado atual da empresa com respeito a um dado problema ou desafio, com dois objetivos: perceber quais os *drivers* dos gestores e a política da empresa com respeito a um dado assunto e, posteriormente, ser possível quantificar qual o efetivo ganho para a empresa com a utilização das ferramentas matemáticas propostas. Frequentemente, isto permite parametrizar o modelo da forma mais eficiente possível, tendo em conta os objetivos daquela empresa em particular, ou seja, a construção de um "fato à medida", e não de um modelo genérico que automatize a resolução de um problema sem ter em conta as especificidades do parceiro industrial.

3. **Recursos humanos.** A existência de recursos humanos com forte formação matemática dentro da empresa tem duas consequências de extrema importância: a resposta em tempo útil aos problemas que surgem no dia a dia e, ao estarem embebidos no funcionamento diário da organização, a percepção de procedimentos e de atividades que possam beneficiar com a implementação de uma modelação matemática. No entanto, além das suas competências científicas, o perfil do matemático é fundamental para o sucesso. Algumas vezes constatámos que, apesar de possuírem uma capacidade científica de excelência, alguns alunos não conseguiram encontrar uma plataforma de comunicação e de convergência com os objetivos dos seus pares industriais, fundamental para uma efetiva transferência de tecnologia. A consciência de que o trabalho em meio industrial poderá não ter exatamente os mesmos objetivos que norteiam as suas atividades académicas é, no nosso ponto de vista, um ponto importante a referir numa entrevista prévia. Isto é particularmente relevante nas primeiras fases de uma par-

ceria deste tipo, em que é importante demonstrar a mais-valia da matemática para as empresas.

4. Definição clara dos objetivos e prioridades de cada uma das partes. Se do lado industrial este ponto costuma ser de fácil definição, do lado académico pode ser tentador avaliar o sucesso utilizando a métrica de publicação de artigos científicos. Se assim for, questões relacionadas com a propriedade industrial ou a confidencialidade podem surgir com facilidade. No presente caso, e muitas vezes com a abnegação dos investigadores associados, optamos por dedicar quase todo o esforço na demonstração de que a modelação matemática era útil para a empresa. Dessa forma, durante três anos, não publicámos praticamente nada sobre o assunto. Em contrapartida, a empresa apoiou o LEMA e a Matemática Industrial em geral, através de diversas atividades. Desde 2016, com o acordo e o apoio do grupo, passámos a apresentar os resultados em diversos eventos científicos, culminando com a publicação de artigos em revista. A compreensão, por parte dos diversos intervenientes no processo, dos prazos e objetivos relevantes para cada uma das partes foi também um fator fundamental para os resultados alcançados, porquanto permitiu às duas partes sentirem-se confortáveis e recompensadas por estes.

5. Comprometimento da empresa com o projeto. Na nossa opinião, este é um dos fatores mais importantes no contexto das atividades de transferência de tecnologia entre matemática e indústria. Na verdade, além das competências científicas necessárias, o resultado do nosso trabalho em muito depende dos *inputs* que recebemos dos operacionais e verdadeiros conhecedores da realidade empresarial. Este processo de transferência de informação e conhecimento do negócio custa tempo e recursos à empresa, mas é fundamental para o sucesso futuro. Naturalmente, com a apresentação de bons resultados provenientes dos modelos iniciais, este comprometimento torna-se natural por parte do parceiro industrial, que passa a entendê-lo como um investimento que traz bons dividendos a curto prazo.

Os resultados obtidos com esta colaboração permitiram atingir patamares que dificilmente algum dos intervenientes poderia antever no início de um simples projeto de estágio. No grupo Nors e em muitos seus colaboradores, existe já a consciência de que a Matemática Industrial é um parceiro de alto valor acrescentado que traz resultados práticos a curto prazo com respeito à eficiência das suas atividades comerciais. Adicionalmente, para muitos dos alunos fina-

listas que realizaram a sua tese no âmbito desta parceria, a Nors foi a porta de entrada no mercado de trabalho.

Para os investigadores envolvidos, este projeto mostrou que, além da sua mais-valia no avanço da ciência, as competências matemáticas, quando materializadas em ferramentas colocadas ao serviço de outras comunidades, facilitam tarefas diárias, aumentam a eficiência e apoiam gestores e colaboradores na tomada de decisões informadas e com suporte científico. Ao mesmo tempo, potenciou o contacto com outras realidades e a utilização do seu conhecimento científico em problemas que, tradicionalmente, estão fora do seu raio de ação. A consequente constituição de equipas multidisciplinares, baseadas em espírito e trabalho de equipa, conduziu também à aquisição de novos conhecimentos. Por todos estes motivos, o processo de transferência de tecnologia associado a este projeto foi, e continua a ser, deveras gratificante.

Manuel Cruz é professor adjunto no Instituto Superior de Engenharia do Porto e coordenador do Laboratório de Engenharia Matemática na mesma instituição. Foi eleito presidente da Rede Portuguesa de Matemática para a Indústria e Inovação em 2016 e é membro da direção executiva da Rede Europeia EU-MATHS-IN (European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation) desde 2019. É doutorado em Matemática Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Com um interesse especial pela área da Matemática Industrial, ao longo da sua carreira participou em diversos projetos de transferência de tecnologia de matemática para a indústria.

Sandra Ramos é professora adjunta do Departamento de Matemática do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Doutorada em Estatística e Investigação Operacional (especialidade em Probabilidades e Estatística) pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, desenvolve atividade científica no Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa e no Laboratório de Engenharia Matemática do Instituto Superior de Engenharia do Porto nas áreas da Estatística Fundamental e das aplicações da Probabilidade e Estatística na Indústria.

Coordenação do espaço PT-MATHS-IN:

Paula Amaral, Universidade Nova de Lisboa, pt-maths-in@spm.pt.

³ <https://liciam2019.org/index.php/scientific-program/industry-day>