



FLÁVIO CANNALONGA

Soma, Yanasse e Lorena: alternativas na administração do espaço nas empresas

## MATEMÁTICA

# As fórmulas do lucro

*Pesquisa operacional refaz processos e acentua a economia de materiais*

Como cortar uma placa de madeira para fazer peças para móveis de modo a obter o maior rendimento possível? Como picotar uma imensa bobina de papel em folhas pequenas com a menor perda possível? E como empilhar contêineres, de modo a otimizar o aproveitamento do espaço, sem, evidentemente, deixar que a pilha desabe? Questões desse tipo não afligem apenas os administradores das empresas. Fazem parte de uma área relativamente nova da engenharia de produção, a chamada Pesquisa Operacional (PO), que ganha espaço no Brasil. Enraizada na matemática aplicada, na computação e na estatística, a pesquisa operacional auxilia a tomada de decisões em áreas tão distintas como finanças, medicina, engenharia elétrica, agricultura, saúde,

telecomunicações, transportes, engenharia civil, engenharia mecânica, esportes ou operações militares. No Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos, uma equipe coordenada pelo engenheiro eletrônico Horácio Hideki Yanasse, responsável pelo projeto temático *Corte e Empacotamento Assistido por Computador*, tem conseguido mostrar a empresas a validade da pesquisa operacional.

Mesmo que os resultados finais, além de confidenciais, estejam sujei-

**Algoritmos** - Para atingir essa eficiência, os pesquisadores desenvolvem algoritmos matemáticos. Algoritmos são um conjunto de instruções que viabilizam uma tarefa específica. Podem ser comparados a uma receita culinária, por conterem as indicações por meio das quais se pode chegar a um resultado desejado – uma torta doce, salgada ou um pudim. Os algoritmos são expressos por um conjunto de instruções de programação que indicam as operações a serem executadas pelo computador. O grupo dedica-se à área conhecida como corte e empa-

## Equações de rara versatilidade

Modelos matemáticos desenvolvidos para a área de corte e empacotamento resolvem problemas práticos encontrados em ambientes totalmente diferentes. Por exemplo, os valores inteiros não negativos (ou seja, 0, 1, 2, 3, ...) atribuídos às

variáveis  $x_1, x_2, x_3, x_4$  e  $x_5$  e que satisfazem a uma equação simples, do tipo  $x_1 + 5x_2 + 10x_3 + 25x_4 + 50x_5 = 70$ , poderiam representar as possíveis combinações nas quais uma barra de metal de 70 centímetros de comprimento poderia ser cortada – em pedaços de 1, 5, 10, 25 e 50 cm, por exemplo.

A combinação  $x_1 = 10, x_2 = 2, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 1$  significaria

cotamento e trabalha no desenvolvimento de algoritmos de corte, facilitando a busca de soluções para os mais variados problemas.

Em São Carlos, a Fultec, uma pequena fundição de metais, refez a programação de fornadas e melhorou a capacidade dos fornos. Como resultado, produz mais com menos gastos. Em Araras, também no interior paulista, a fábrica de móveis Colombini tira partido há anos de técnicas de corte de placas de madeira para otimizar a produção de partes de móveis. Mas não são apenas as pequenas empresas que renovam suas formas de organização do espaço. Tradicional fabricante de divisórias de madeira, a Duratex tem registrado ganhos de produtividade após adotar os algoritmos de corte numa serra industrial instalada em Botucatu.

“Temos de oferecer soluções melhores que as disponíveis”, diz o matemático Luiz Antonio Nogueira Lorenna, colega de Yanasse no Inpe. As alternativas mais convenientes consideram também o tempo de computação necessário para sua operacionalização: além de mais simples, a resposta ao problema deve chegar logo. “Não adianta apresentarmos uma solução mais eficiente se a complexidade de sua execução tomar um



Indústria de papel: algoritmos permitem a redução das perdas



Fabricação de móveis: otimização no corte de placas de madeira

tempo excessivo de computação”, avalia Yanasse. Em fase de conclusão, o trabalho contou com apoio da FAPESP, que lhe destinou R\$ 153,3 mil.

As investigações teóricas contam com a colaboração do engenheiro de produção Nei Yoshihiro Soma, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), também em São José dos Campos. Em São Carlos, Morabito, da UFSCar, e o matemático Marcos Nereu Arenales, da Universidade de

que a barra de 70 centímetros poderia ser cortada em 10 pedaços de 1 centímetro cada, 2 pedaços de 5 centímetros cada e 1 pedaço de 50 centímetros. A equação é, pois, um modelo que fornece uma representação matemática de todas as combinações possíveis dos pedaços de 1, 5, 10, 25 e 50 centímetros que podem ser cortadas de uma barra de 70 centímetros.

Essa formulação pode ser utilizada também para representar as possíveis combinações de moedas de 1, 5, 10, 25 e 50 centavos que somam R\$ 0,70. Se surgisse a incumbência de desenvolver uma máquina para dar um troco de R\$ 0,70 a partir das pilhas de moedas de 1, 5, 10, 25 e 50 centavos, seria possível resolver o problema com a mesma equação matemática.

São Paulo (USP), reduzem a distância entre a teoria e as aplicações e fortalecem a interação com as empresas.

Segundo Yanasse, a aplicação de técnicas da pesquisa operacional em bancos inclui a localização de postos de atendimento de agências bancárias e redefinição de políticas de filas ou do número ideal de caixas para manter um nível de serviço satisfatório. Na eletrônica, pode ajudar no desenvolvimento de circuitos integrados. Soma diz que é possível evitar as interrupções frequentes nas conexões telefônicas.

Morabito e Arenales prevêm economias significativas, principalmente em segmentos industriais que manipulam matéria-prima de custo elevado, como na microeletrônica, ou grande escala de produção, como na indústria de papel e celulose. Neste caso, bobinas de papel com mais de 4 metros de largura devem ser cortadas de acordo com medidas padronizadas, para fabricação, por exemplo, de papel sulfite. De acordo com os pesquisadores, a utilização de algoritmos adequados pode reduzir o volume de aparas em alguns percentuais, o bastante para gerar milhões de reais de economia ao final de um ano de atividade.

•

#### PERFIL:

• HORACIO HIDEKI YANASSE, 47 anos, graduado em engenharia eletrônica no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), fez o mestrado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o doutorado no Massachusetts Institute of Technology, nos Estados Unidos. É pesquisador do Inpe desde 1975.

Projeto: *Corte e Empacotamento Assistido por Computador*  
Investimento: R\$ 153.312,69