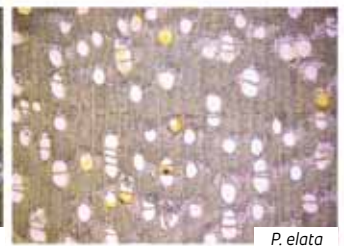
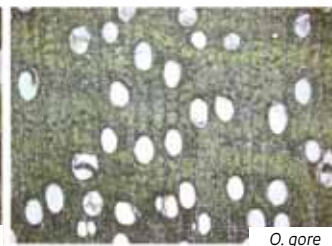
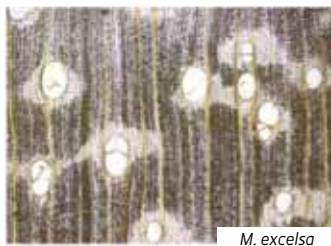
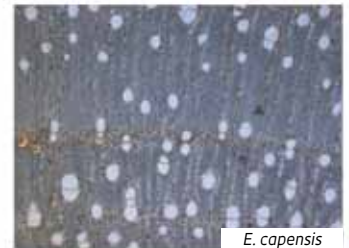
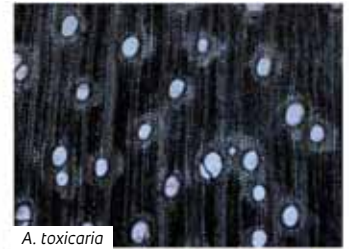
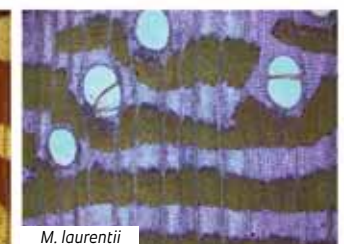
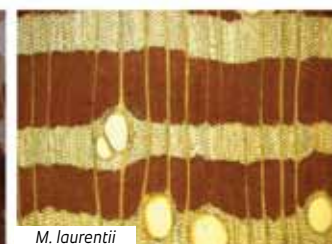
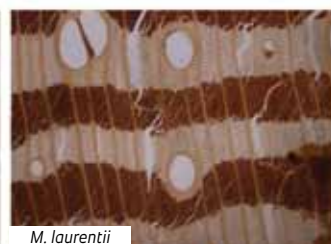
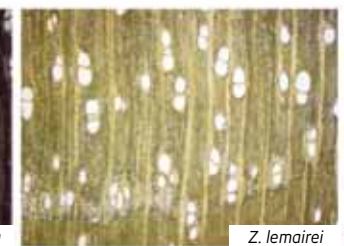
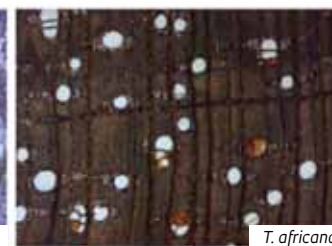
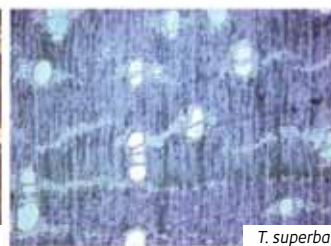
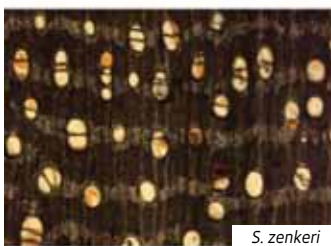


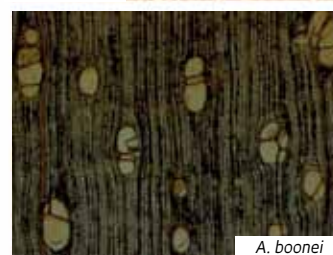
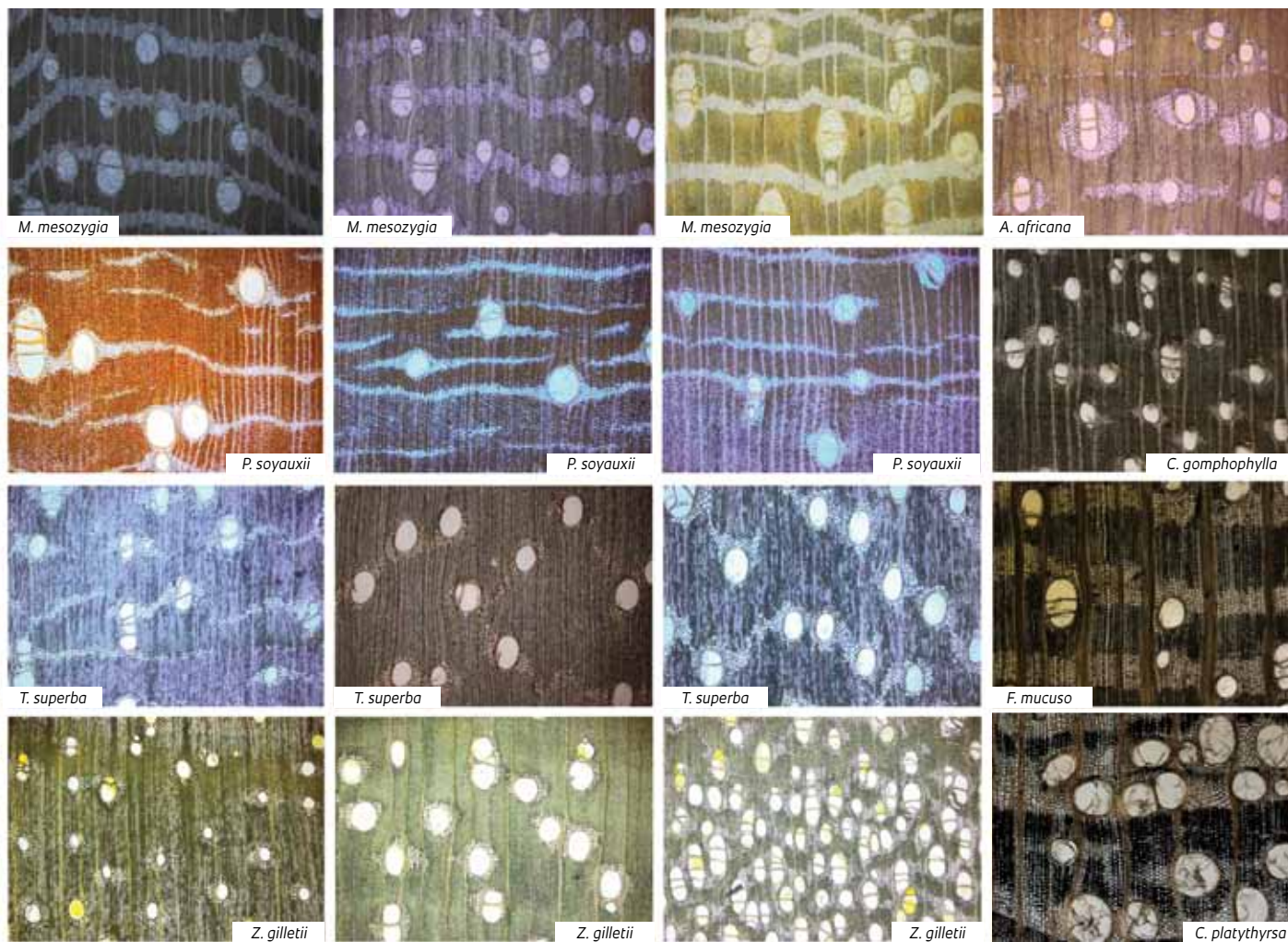
Identificação de madeiras

Evanildo da Silveira



Sistemas de visão computacional indicam a qualidade das tábuas e a espécie da árvore à qual elas pertencem





Imagens microscópicas mostram detalhes da estrutura de madeiras de diferentes tipos de árvores da África

Dois sistemas de visão artificial, que usam imagens para identificar e classificar madeiras, foram desenvolvidos recentemente em São Paulo. Um deles, chamado NeuroWood, contou com pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Itapeva, e do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos. Ele é composto por um conjunto de câmeras (webcams), um computador e um programa que diferencia a madeira em três categorias: A (excelente), B (boa) e C (rejeitada). O outro, criado no Instituto de Física da USP em São Carlos (IFSC-USP), é um método matemático que deu origem a um software capaz de determinar a espécie de árvore da qual determinada tábua provém. As duas tecnologias se destinam principalmente aos setores madeireiro e moveleiro.

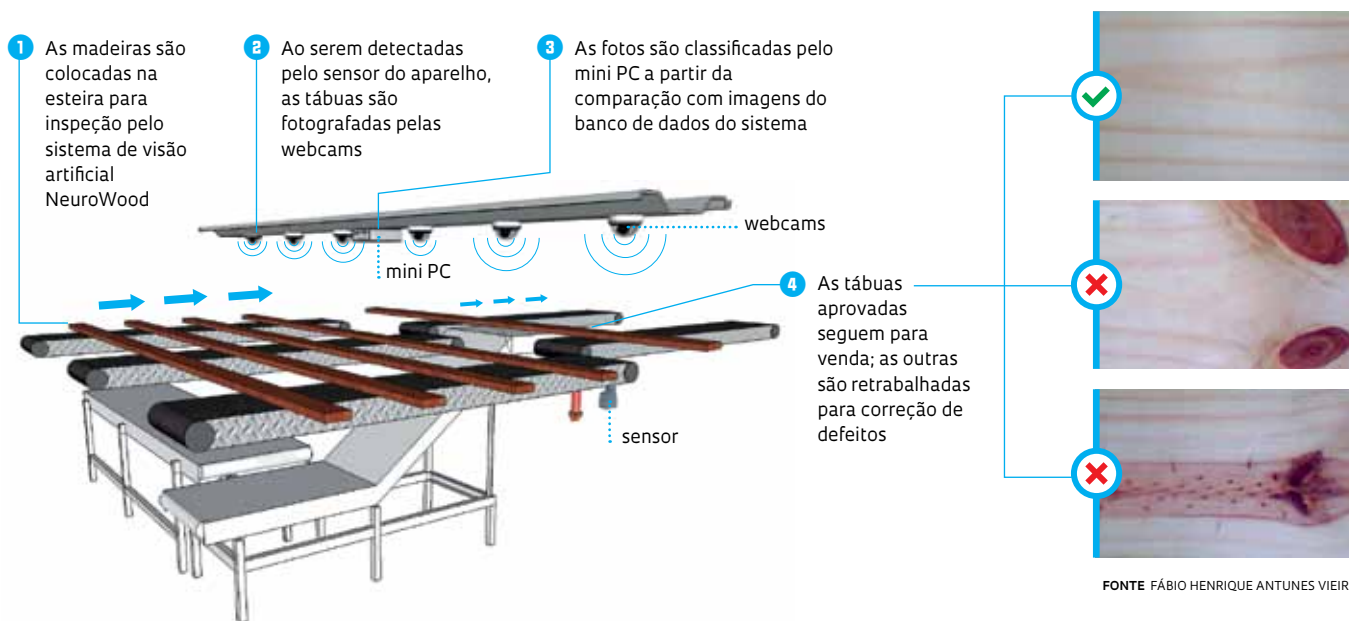
Normalmente a indústria de madeira usa especialistas que classificam a qualidade das peças por meio de inspeção visual. O

processo é subjetivo e depende da qualidade do treinamento, o que torna o índice de acerto não muito alto. Estudos mostram que o nível de acurácia desse método gira em torno de 65%.

Diante desse quadro, o engenheiro mecânico Carlos de Oliveira Affonso, professor do curso de engenharia industrial madeireira da Unesp de Itapeva, o cientista da computação André Luís Debiasso Rossi, professor do curso de engenharia de produção da Unesp de Itapeva, e o engenheiro civil Fábio Henrique Antunes Vieira, professor da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito (SP), projetaram um equipamento para realizar a classificação de madeira de forma automática. O projeto NeuroWood teve o apoio do Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria (CEMEAI), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP, com sede no ICMC. O sistema tem webcam, monitor e um controlador lógico programável (CPL), que é um microprocessador responsável pela interface entre o compu-

De olho na madeira

Saiba como funciona o aparelho que analisa e classifica as tábuas conforme a qualidade



tador e os atuadores (motores elétricos ou esteiras transportadoras).

O programa de computador desenvolvido usa técnicas de aprendizagem de máquina. “São semelhantes às utilizadas pelos sistemas de reconhecimento facial, só que mais simples”, conta Affonso. Foram usadas as chamadas redes neurais artificiais, técnicas computacionais que mimetizam o funcionamento do cérebro humano, aprendendo com a experiência. “Para isso, é apresentado ao computador um padrão numérico correspondente a determinada classe de objetos”, explica. “Após certo número de repetições, esses softwares conseguem identificar à qual classe o objeto pertence, mesmo que não tenha sido apresentado como exemplo.”

No caso do NeuroWood, o sistema foi “ensinado” a classificar as peças de madeira conforme sua qualidade (A, B ou C). O software foi abastecido com informações sobre os níveis de qualidade e os defeitos das tábuas, como nós e rachaduras. Em seguida, criou-se um banco com mais de 600 fotos de amostras das três qualidades. Elas foram processadas para melhorar o contraste e o brilho e ressaltar detalhes, levando em conta características, como textura e coloração.

O sistema foi testado em condições reais de produção na Sguario Indústria de Madeira, uma empresa de Itapeva parceira do projeto. Lá, foi submetido

Um dos programas foi testado em uma madeira em condições reais e teve elevado índice de acerto

aos mesmos níveis de dispersão de poluentes, vibração e variação de luminosidade que um ambiente normal de um fabricante de móveis ou madeireira. As câmeras foram instaladas ao longo e acima da esteira de classificação da serraria. “As imagens captadas são enviadas para o computador para serem processadas e comparadas com as que estão no banco de dados. Assim, o programa determina a que categoria de qualidades elas pertencem, A, B ou C”, explica Affonso.

De acordo com o pesquisador, os resultados foram satisfatórios. “O sistema classificou a madeira com desempenho semelhante ao observado em laboratório”, afirmou. “Atualmente, ele analisa 45

tábuas por minuto, trabalho para o qual seriam necessários seis trabalhadores. O índice de acerto também foi superior ao dos técnicos especializados: 85%.”

IDENTIFICAÇÃO POR ESPÉCIE

O software desenvolvido no Instituto de Física de São Carlos também conseguiu bons resultados, mas nesse caso na identificação de espécies de árvores por meio de sua madeira. Foram analisadas peças do Museu Real da África Central, em Tervuren, na Bélgica, com 77 espécies diferentes de árvores madeireiras, normalmente comercializadas em países africanos. O trabalho foi feito em parceria com a Universidade de Gent, na Bélgica. “O índice de acerto foi de 88% em nível de espécie botânica, 89% de gênero e 90% de família”, conta o cientista da computação Odemir Martinez Bruno, professor do IFSC-USP em São Carlos, coordenador do projeto.

Para fazer a identificação, o programa é alimentado com imagens microscópicas das peças de madeira. “Cada espécie tem uma forma distinta de compor suas estruturas celulares, que a diferencia das outras”, diz Bruno. “O software analisa os padrões microscópicos formados pelos arranjos celulares das madeiras.”

Bruno explica que esse projeto é uma ramificação de outro da sua equipe, de longo prazo, para o estudo da biodiver-



Sistemas de visão artificial poderão auxiliar na fiscalização do comércio madeireiro no país

ALAN MARQUES / FOLHAPRESS

sidade e identificação de plantas e da fisiologia vegetal usando computação, ainda em andamento. No caso do software que identifica as imagens microscópicas, o pesquisador diz que se trata, por enquanto, de trabalho puramente acadêmico. “O artigo foi publicado em uma revista científica da área e pode chamar a atenção de empresas que se interessem em convertê-lo em produto”, presume.

Segundo o pesquisador, não há até agora um sistema de controle de qualidade ou de fiscalização para verificar as espécies de madeira comercializadas. “Nosso software pode servir para controle de qualidade, certificação do produto e fiscalização. Ele poderia ser empregado por fiscais para garantir que determinado carregamento de madeira não é oriundo de uma reserva florestal ou de uma espécie sob proteção de lei por ser nativa ou estar em perigo de extinção.”

USO INDUSTRIAL

O NeuroWood, criado por Affonso, da Unesp, foi objeto de depósito de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e já está pronto para uso. A empresa que cedeu sua linha de produção para o sistema ser testado poderá ser uma das primeiras a adotá-lo. Hoje, a Sguario produz de 15 mil a 20 mil tábuas por dia e não realiza como rotina a classificação das tábuas por

qualidade. As peças são avaliadas apenas por seu tamanho. “Seria praticamente impossível inspecionar visualmente tábua por tábua”, diz um dos sócios da serraria, Luiz José Sguario Neto. “Com o sistema da Unesp é possível separar as tábuas por qualidade e obter preços diferenciados de venda.”

O sistema não é inédito no mundo. Há outros semelhantes no mercado global, que também usam visão computacional para classificar madeira. O problema é que eles são caros, o que impede sua aquisição por empresas de pequeno e médio porte. “O custo de implantação do equipamento gira em torno de R\$ 65 mil, já os importados possuem um valor aproximado de R\$ 1,8 milhão, segundo Affonso. “Essa diferença se deve ao fato de que nós desenvolvemos nossos próprios softwares”, diz o professor da Unesp. Para que o sistema possa ser usado de forma livre, sem a necessidade de compra de pacotes comerciais, todas as rotinas foram escritas com linguagem computacional de livre acesso. O emprego de criptografia dificulta que o software seja pirateado.

Apesar de já poder ser usado, Affonso não tem planos de criar uma empresa para fabricar o software. “O foco do nosso grupo é atuar academicamente”, diz. O aprimoramento do sistema, no entanto, continuará agora em parceria com a Universidade de Oulu, da Finlândia. Para isso

foi assinado um contrato entre a Unesp e o Centro para Visão Mecânica e Análise de Sinais (CMVS) daquela instituição, com o objetivo de promover o intercâmbio de alunos e professores. “Assim como nós, o grupo finlandês notou que a maior dificuldade na construção de um sistema de classificação automática de imagens está na fase de aprendizagem computacional. É aí que há um intenso trabalho manual para construir a base de dados necessária para o programa aprender a partir dos exemplos”, conta Affonso.

O pesquisador está na Finlândia desde fevereiro deste ano num estágio de pós-doutorado, onde ficará até o início de 2018 pesquisando técnicas que acelerem o processo de aprendizado on-line. “A ideia é identificar, dentre as imagens utilizadas como exemplo, quais são as que acrescentam mais informação e priorizá-las no momento do aprendizado.”

Para o coordenador do curso de engenharia industrial madeireira, da Unesp de Itapeva, Carlos Alberto Oliveira de Matos, o projeto de Affonso é importante por envolver alunos de graduação e pela parceria com empresas madeireiras. “Isso mostrou a elevada capacidade da pesquisa aplicada da universidade para a solução de problemas relacionados com a produção”, explica. “O Brasil tem um potencial madeireiro sem igual no mundo, que requer formação de pessoal especializado e pesquisa de alto nível”, afirma. “Esses fatores contribuem para a urgente e necessária agregação de valor aos produtos com base na madeira.” ■

Projetos

1. Visão artificial e reconhecimento de padrões aplicados em plasticidade vegetal (nº 14/08026-1); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador Responsável** Odeir Martinez Bruno (USP); **Investimento** R\$ 174.860,82.
2. CeMEAI – Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria (nº 13/07375-0); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Pesquisador responsável** José Alberto Cuminato (ICMC-USP); **Investimento** R\$ 27.982.568,59 (para todos os projetos durante cinco anos).
3. Metodologia adaptativa de inspeção visual para sistemas de alto rendimento (nº 16/23410-8); **Modalidade** Bolsa de Pesquisa no Exterior; **Pesquisador Responsável** Carlos de Oliveira Affonso (Unesp); **Investimento** R\$ 129.810,62.

Artigos científicos

- AFFONSO, C. *et al.* Deep learning for biological image classification. **Expert Systems with Applications**. 17 mai. 2017
- SILVA, N. R. *et al.* Automated classification of wood transverse cross-section micro-imaging from 77 commercial Central-African timber species. **Annals of Forest Science**. jun. 2017.