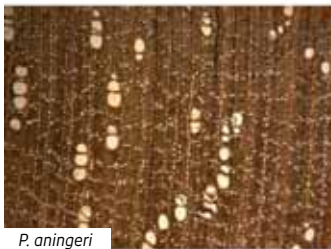
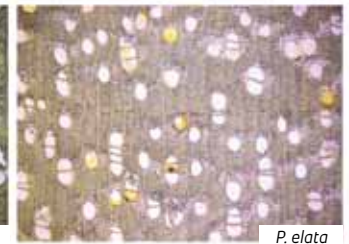
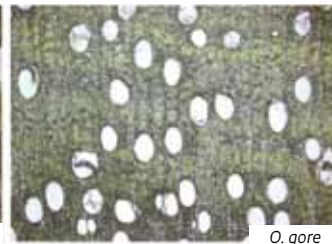
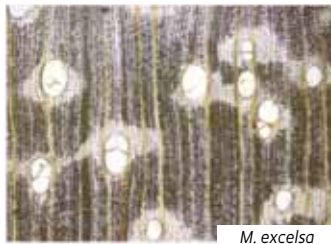
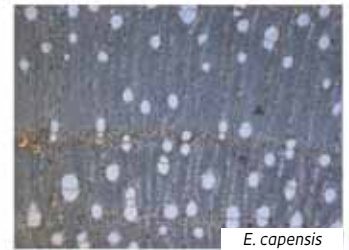
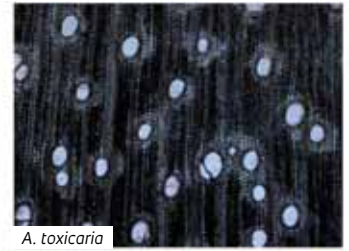
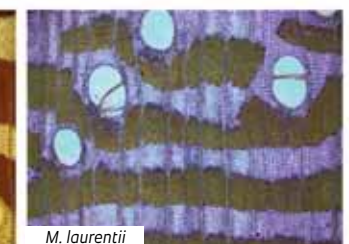
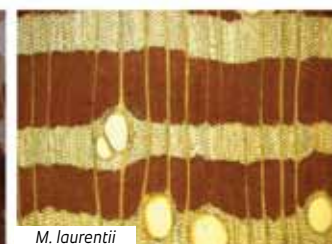
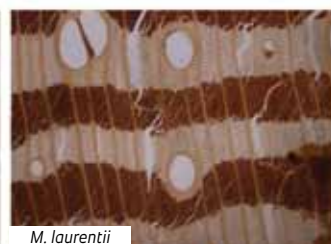
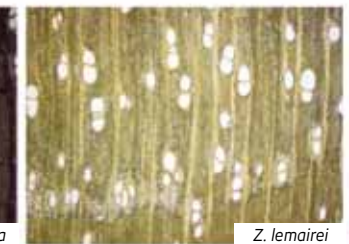
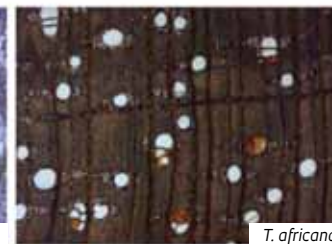
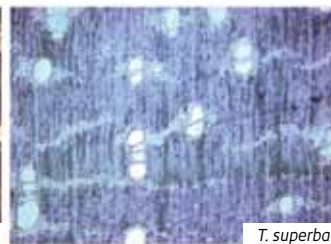
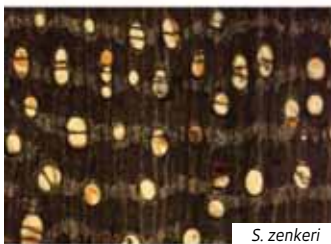


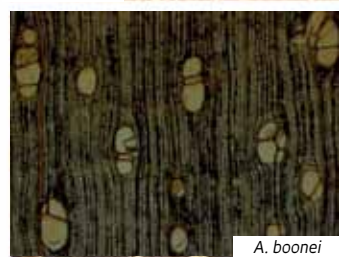
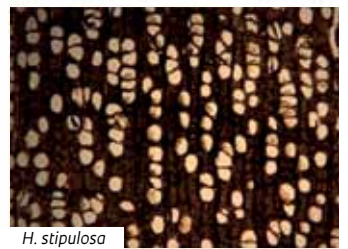
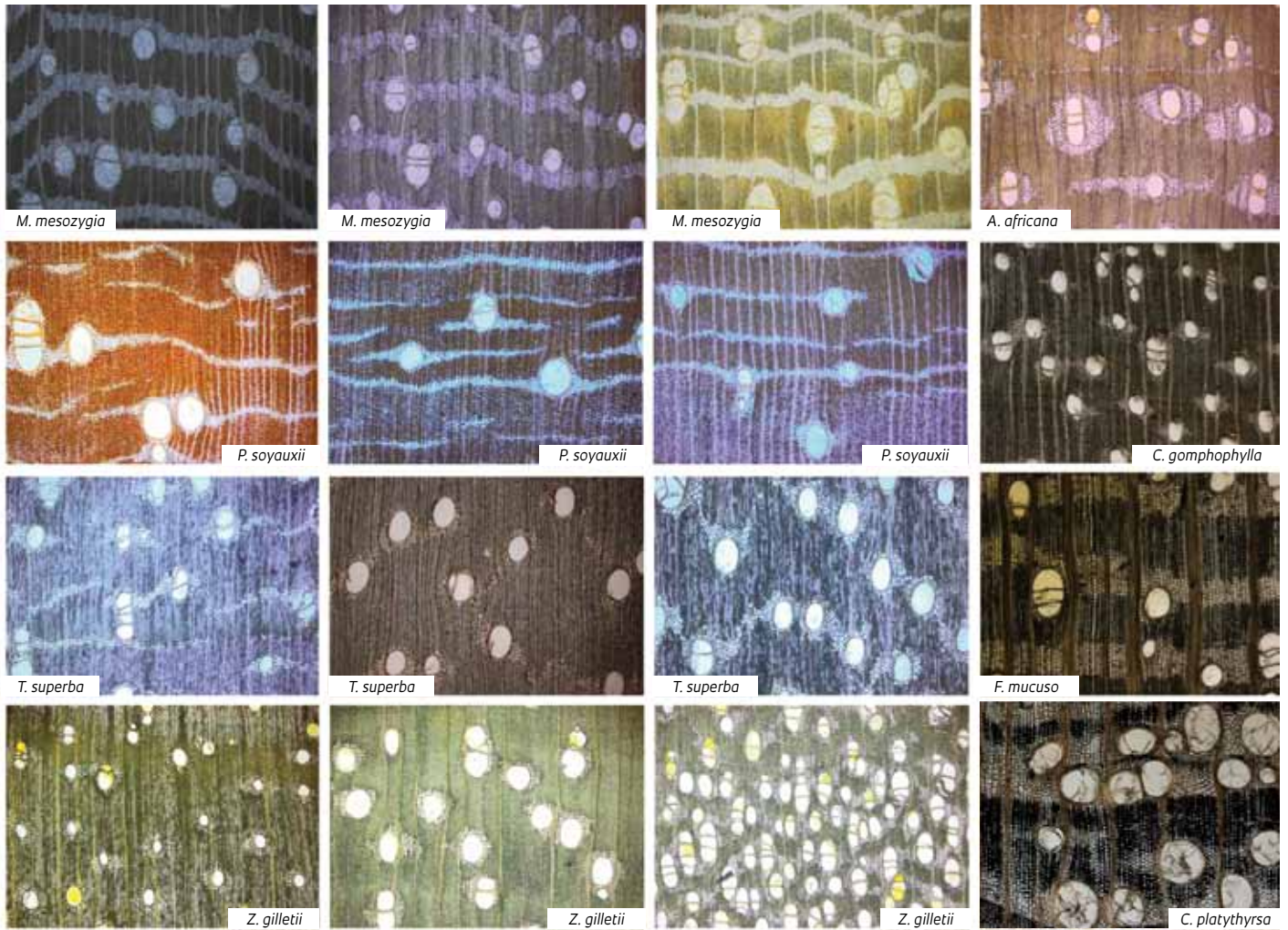
Para identificar maderas

PUBLICADO EN JULIO DE 2017



Sistemas de visión computacional verifican la calidad de las tablas y determinan a qué especies de árboles pertenecen





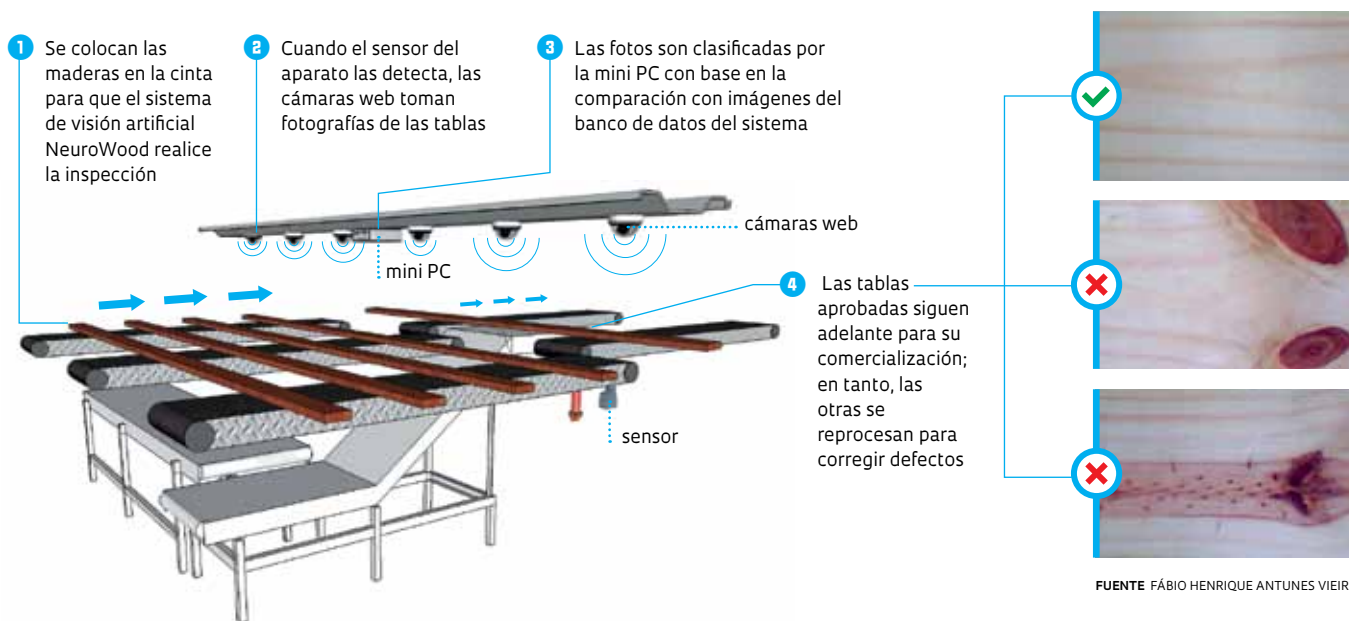
Imágenes microscópicas muestran detalles de la estructura de maderas de distintos tipos de árboles de África

Dos sistemas de visión artificial que se valen de imágenes para identificar y clasificar maderas se desarrollaron recientemente en São Paulo: el diseño de uno de éstos, denominado NeuroWood, contó con la participación de investigadores de la Universidade Estadual Paulista (Unesp), en su campus de la localidad Itapeva, y del Instituto de Ciencias Matemáticas y Computación (ICMC) de la Universidad de São Paulo (USP), con sede en la ciudad de São Carlos. El mismo está compuesto por un conjunto de cámaras (cámaras web), una computadora y un programa que distingue a las maderas en tres categorías: A (excelentes), B (buenas) y C (rechazadas). El otro, creado en el Instituto de Física de la USP en São Carlos (IFSC-USP), es un método matemático que dio origen a un *software* capaz de determinar de qué especie de árbol proviene una determinada tabla. Ambas tecnologías se destinan fundamentalmente al sector maderero y al de mobiliario. Normalmente, la industria de la madera emplea a expertos que clasifican la calidad de las piezas mediante la inspección visual.

Este proceso es subjetivo y depende de la calidad de la capacitación, lo que hace que el índice de aciertos no sea muy alto. Hay estudios que muestran que el nivel de precisión de este método se ubica alrededor del 65%. Con este panorama, el ingeniero mecánico Carlos de Oliveira Affonso, docente de la carrera de ingeniería industrial maderera de la Unesp de Itapeva, el científico de la computación André Luís Debiasio Rossi, docente de la carrera de ingeniería de producción de la Unesp de Itapeva, y el ingeniero civil Fábio Henrique Antunes Vieira, docente de la Facultad de Tecnología de Capão Bonito (São Paulo), proyectaron un aparato que puede ejecutar la clasificación de las maderas en forma automática. El proyecto NeuroWood contó con el apoyo del Centro de Ciencias Matemáticas Aplicadas a la Industria (CEMEAI), uno de los Centros de Investigación, Innovación y Difusión (Cepid) financiados por la FAPESP, con sede en el ICMC. El sistema cuenta con una cámara, un monitor y un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés), que es un microproce-

Con la mira puesta en la madera

Sepa cómo funciona el aparato que analiza y clasifica las tablas según su calidad



sador responsable de la interfaz entre la computadora y los actuadores (motores eléctricos o cintas transportadoras).

El programa de computadora desarrollado se vale de técnicas de aprendizaje de máquinas. “Son programas similares a los que se utilizan en los sistemas de reconocimiento facial, pero más sencillos”, comenta Oliveira Affonso. Se emplearon las llamadas redes neurales artificiales, técnicas computacionales que mimetizan el funcionamiento del cerebro humano, aprendiendo con la experiencia. “Para ello se le presenta a la computadora un modelo numérico correspondiente a un determinado tipo de objeto”, explica. “Al cabo de una cierta cantidad de repeticiones, esos *software* logran identificar a qué tipo de objeto pertenece el objeto en cuestión, aun cuando no se le haya presentado el mismo a modo de ejemplo.”

En el caso del NeuroWood, se le “enseñó” al sistema a clasificar las piezas de madera de acuerdo con su calidad (A, B o C). Se le suministró al *software* información referente a los niveles de calidad y a los defectos de las tablas, tales como nudos y rajaduras. Luego se creó un banco con más de 600 fotos de muestras de las tres calidades. Y las mismas fueron procesadas para mejorar el contraste y el brillo, y resaltar detalles para tener en cuenta características tales como la textura y la coloración.

Uno de los programas se probó en una maderera en condiciones reales y tuvo un elevado índice de aciertos

Este sistema fue puesto a prueba en condiciones reales de producción en Sguario Indústria de Madeiras, una empresa de Itapeva que es socia en el proyecto. Allí se lo sometió a los mismos niveles de dispersión de contaminantes, vibración y variación de luminosidad que los hallados en un ambiente normal de un fabricante de muebles o una maderera. Las cámaras se instalaron en el trayecto y arriba de la cinta de clasificación del aserradero. “Las imágenes captadas se envían a la computadora para su procesamiento y su comparación con las que están en el banco de datos. De este modo, el programa determina a qué categoría de calidad pertenecen: A, B o C”, explica Oliveira Affonso.

De acuerdo con el investigador, los resultados fueron satisfactorios. “El sistema clasificó las maderas con un desempeño similar al que se observó en el laboratorio”, afirmó. “Actualmente analiza 45 tablas por minuto, un trabajo para el cual serían necesarios seis trabajadores. El índice de aciertos también fue superior al de los técnicos especializados: de un 85%.”

IDENTIFICACIÓN POR ESPECIES

El *software* desarrollado en el Instituto de Física de São Carlos también obtuvo buenos resultados, pero en este caso en la identificación de especies de árboles de acuerdo con su madera. Se analizaron piezas del Museo Real de África Central, en Tervuren, Bélgica, con 77 especies distintas de árboles madereros normalmente comercializados en países africanos. Este trabajo se realizó en colaboración con la Universidad de Gent, también de Bélgica. “El índice de aciertos fue del 88% en cuanto a especies botánicas, del 89% en lo que hace a género y del 90% en lo atinente a familias”, comenta el científico de la computación Odemir Martínez Bruno, docente del IFSC-USP en São Carlos y coordinador del proyecto.

Para efectuar la identificación, se alimenta al programa con imágenes microscópicas de las piezas de madera. “Cada especie posee una forma distinta de composición de sus estructuras celulares que



Los sistemas de visión artificial podrán ayudar en la inspección del comercio maderero en Brasil

la diferencia de las otras”, dice Martínez Bruno. “El *software* analiza los patrones microscópicos que se forman debido a los ordenamientos celulares de las maderas.”

Martínez Bruno explica que este proyecto constituye una derivación de otro de su equipo, a largo plazo, destinado al estudio de la biodiversidad y a la identificación de plantas y de la fisiología vegetal mediante el uso de la computación, que aún se encuentra en marcha. En el caso del *software* que identifica las imágenes microscópicas, el investigador dice que se trata por ahora de un trabajo puramente académico. “El artículo salió publicado en una revista científica del área y puede llamar la atención de empresas que se interesen en convertirlo en producto”, presume.

Según el investigador, no existe hasta ahora un sistema de control de calidad o de inspección para verificar las especies de madera comercializadas. “Nuestro *software* puede servir para efectuar el control de calidad, la certificación del producto y la inspección. Podrían emplearlo los inspectores para cerciorarse de que determinado cargamento de madera no provenga de una reserva forestal o que no pertenezca a una especie bajo protección de la ley por ser autóctona o estar en peligro de extinción.”

USO INDUSTRIAL

El Neurowood creado por Oliveira Affonso, de la Unesp, fue objeto de un depósito de patente en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) y ya se encuentra listo para su uso. La empresa que cedió su línea de producción para probar el sistema podrá ser una de las primeras firmas en utilizarlo. Actualmente, Sguarrio produce entre 15 mil y 20 mil tablas

por día y no contempla en su rutina la clasificación de las mismas según su calidad. Las piezas se evalúan únicamente de acuerdo con su tamaño. “Sería prácticamente imposible inspeccionar visualmente tabla por tabla”, dice uno de los socios del aserradero, Luiz José Sguarrio Neto. “Con el sistema de la Unesp es posible separar las tablas por su calidad y obtener precios diferenciados de venta.”

Este sistema no es inédito en el mundo. Existen otros similares en el mercado global, que también se valen de la visión computacional para clasificar las maderas. El problema reside en que son caros, lo cual impide su adquisición por empresas de pequeño y mediano porte. “El costo de implementación de este equipamiento es de alrededor de 65 mil reales, en tanto que los importados tienen un valor aproximado de 1.800.000 reales, según Oliveira Affonso. “Esa diferencia se debe a que nosotros desarrollamos nuestros propios *software*”, dice el profesor de la Unesp. Para que el sistema pueda utilizarse en forma libre, sin necesidad de comprar paquetes comerciales, todas las rutinas se escribieron con lenguaje computacional de libre acceso. El empleo de criptografía dificulta la piratería del *software*.

Aunque ya puede usárselo, Oliveira Affonso no tiene planes de crear una empresa para fabricar el *software*. “El enfoque de nuestro grupo recae sobre la actuación académica”, dice. Con todo, el perfeccionamiento del sistema seguirá de ahora adelante en colaboración con la Universidad de Oulu, Finlandia. Para ello se suscribió un contrato entre la Unesp y el Centro de Visión Mecánica y Análisis de Señales (CMVS) de la referida insti-

tución con el objetivo de promover el intercambio de alumnos y docentes. “Al igual que nosotros, el grupo finlandés se percató de que la mayor dificultad para la construcción de un sistema de clasificación automática de imágenes reside en la fase de aprendizaje computacional. Es allí donde se debe llevar a cabo un intenso trabajo manual para construir la base de datos necesaria para que el programa aprenda con base en los ejemplos”, comenta Oliveira Affonso.

El investigador está en Finlandia desde febrero de este año realizando una pasantía posdoctoral, y allí permanecerá hasta comienzos de 2018, investigando técnicas que aceleren el proceso de aprendizaje *online*. “La idea es detectar entre las imágenes utilizadas como ejemplo cuáles son las que aportan más información, y darles prioridad al momento del aprendizaje.”

Para el coordinador de la carrera de ingeniería industrial maderera de la Unesp de Itapeva, Carlos Alberto Oliveira de Matos, el proyecto de Oliveira Affonso es importante porque en él trabajan alumnos de grado, y por la colaboración con empresas madereras. “Con esto queda demostrada la gran capacidad de la investigación aplicada de la universidad para la solución de problemas relacionados con la producción”, explica. “Brasil cuenta con un potencial maderero sin parangón en el mundo, lo cual demanda formación de personal especializado y requiere investigación de alto nivel”, afirma. “Estos factores contribuyen para la urgente y necesaria agregación de valor a los productos basados en madera.” ■

Proyectos

1. Visión artificial y reconocimiento de patrones aplicados a la plasticidad vegetal (n° 14/ 08026-1); Modalidad Ayuda a la Investigación –Regular; Investigador Responsable Odemir Martínez Bruno (USP); Inversión R\$ 174.860,82
2. CeMEAI –Centro de Ciencias Matemáticas Aplicadas a la Industria (n° 13/ 07375-0); Modalidad Centros de Investigación, Innovación y Difusión (Cepid); Investigador responsable José Alberto Cuminato (ICMC-USP); Inversión R\$ 27.982.568,59 (para todos los proyectos y durante cinco años).
3. Una metodología adaptativa de inspección visual para sistemas de alto rendimiento (n° 16/ 23410-8); Modalidad Beca de Investigación en el Exterior; Investigador Responsable Carlos de Oliveira Affonso (Unesp); Inversión R\$ 129.810,62

Artículos científicos

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