

Valorisation d'espèces brésiliennes de substitution pour l'industrie du meuble : tanimbuca et louro

Joaquim Carlos GONÇALEZ¹

Gérard JANIN²

André Luiz DA SILVA FARIAS¹

Ana Cláudia LOURENÇO DE GODOI¹

Fatima CHARRIER³

Bertrand CHARRIER³

¹ Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia
Florestal
Brasília, Brésil

² Inra-Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia
Florestal
Brasília, Brésil

³ Laboratoire Sylvadour
Université de Pau et des pays
de l'Adour
BP 576
64012 Pau Cedex
France

Parmi les espèces de substitution aux essences traditionnelles destinées à l'industrie du bois, le tanimbuca et le louro ont des caractéristiques très intéressantes qui méritent d'être mieux connues des industriels et des consommateurs.



Les espèces tanimbuca (a) et louro (b) en forêt.

Photos : J. Pratginestos et P. Mac Dowell. *In* : Madeiras Tropicais Brasileiras, 1997 ; copyright des auteurs, 2004.

Joaquim Carlos GONÇALEZ,
Gérard JANIN,
André Luiz DA SILVA FARIAS,
Ana Cláudia LOURENÇO DE GODOI,
Fatima CHARRIER, Bertrand CHARRIER

RÉSUMÉ

VALORISATION D'ESPÈCES BRÉSILIENNES DE SUBSTITUTION POUR L'INDUSTRIE DU MEUBLE : TANIMBUCA ET LOURO

L'objectif du travail présenté est de caractériser les propriétés physiques, colorimétriques et d'évaluer l'usinabilité des bois d'espèces tropicales brésiliennes, tanimbuca (*Buchenavia* spp.) et louro (*Ocotea* spp.), qui sont des essences de substitution aux espèces traditionnelles pour l'industrie du bois, principalement l'ameublement. Du fait de ses principales propriétés physiques, le bois de tanimbuca ressemble aux bois tropicaux durs comme, par exemple, le sucupira (*Diplotropis racemosa*), le maçaranduba (*Manilkara huberi*) et l'ipê (*Tabebuia serratifolia*). Ce bois a une couleur décorative assez recherchée par les consommateurs. Cependant, lors de la mise en œuvre, quelques précautions devront être prises avec les outillages. Couvert d'un vernis de finition, ce bois s'est comporté de façon satisfaisante. Par ailleurs, le bois de louro présente des propriétés physiques, colorimétriques et d'usinabilité considérées comme très intéressantes pour l'industrie du bois. Cette espèce possède également un potentiel élevé pour l'industrie du sciage. Pour ces deux espèces de substitution pour l'industrie du meuble, il reste à diffuser des connaissances techniques sur leurs bois auprès des entreprises du meuble et des consommateurs.

Mots-clés : bois, tanimbuca, louro, propriétés physiques, colorimétrie CieLab, usinabilité.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF BRAZILIAN TIMBER SPECIES, YELLOW SANDERS AND IRA ROSA, AS ALTERNATIVES FOR THE FURNITURE INDUSTRIES

The aim of study described here was to characterize the physical and colorimetric properties and the workability of two tropical Brazilian species, Yellow Sanders or Mirindiba (*Buchenavia* sp.) and Ira rosa (*Ocotea* spp.), both of which may be used as alternatives in the timber industry, especially for furniture manufacture. The properties of Yellow Sanders wood are similar to those of other tropical hardwoods, such as Sucupira (*Diplotropis racemosa*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*) and Tahuari (*Tabebuia serratifolia*). Yellow Sanders wood has an attractive colour that is much in demand among consumers. Although some precautions would be needed when machining the wood for furniture, it has proved to highly satisfactory when finished with a varnish. The physical and colorimetric properties and workability of Ira rosa wood have proved to be of interest for the timber processing industry, and this species also has considerable potential for saw-wood. Both species are of therefore of interest as alternatives for furniture industry, and technical information needs to be circulated among manufacturers and consumers.

Keywords: wood, Yellow Sanders, Ira rosa, physical properties, CieLab colorimetry, workability.

RESUMO

VALORIZAÇÃO DAS ESPÉCIES TROPICAIS BRASILEIRAS, TANIMBUCA E LOURO, COMO ALTERNATIVAS PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA

Este trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físicas, colorimétricas e de trabalhabilidade das madeiras tropicais brasileiras de Tanimbuca (*Buchenavia* spp.) e Louro (*Ocotea* spp.), apresentando-as como alternativas para o segmento industrial madeireiro, principalmente o moveleiro. Como resultado pode-se dizer que as propriedades físicas da madeira de tanimbuca assemelham-se as madeiras tropicais duras, como por exemplo, o ipê, a sucupira e a maçaranduba. Esta madeira apresenta uma cor decorativa bastante solicitada pelo consumidor. Alguns cuidados deverão ser tomados quanto a sua trabalhabilidade em equipamentos. Ao receber a seladora como material de acabamento apresentou-se satisfatoriamente. A madeira de louro apresenta propriedades físicas, colorimétricas e de trabalhabilidade consideradas super interessantes para a indústria moveleira. É uma espécie com grande potencial na indústria de madeira serrada. Ambas as espécies são alternativas interessantes para a indústria moveleira, faltando apenas o conhecimento técnico destas madeiras por parte das empresas de mobiliário e por sua vez do consumidor final.

Palavras chave: madeira, tanimbuca, louro, propriedades físicas, colorimetria CieLab, trabalhabilidade.

Des espèces à valoriser

L'exploitation sélective des espèces tropicales brésiliennes forestières traditionnelles a conduit à la raréfaction de ces espèces. Il est nécessaire d'améliorer l'approvisionnement à partir des ressources de la forêt brésilienne, en mettant à profit au maximum ses potentialités. Il existe un important volume de bois d'espèces séculaires qui sont jugées comme étant sans aucune valeur commerciale. Des espèces moins connues, mais possédant des qualités adaptées à des fins plus nobles, sont considérées comme répondant seulement à des fins spécifiques, généralement de moindre valeur. Il existe des raisons variées qui expliquent ces tendances, comme le manque de tradition, de connaissances technologiques, l'absence d'infrastructure industrielle adaptée, entre autres.

Il s'agit d'un travail primordial et décisif pour une meilleure utilisation des ressources naturelles disponibles que de promouvoir la commercialisation adéquate d'un nombre toujours croissant d'espèces et de produits forestiers, comprenant des actions d'amélioration de la qualité des produits commercialisés, de contrôle de qualité, de diffusion et de marketing en général, en mettant l'accent sur l'étude et la promotion des espèces les moins connues sur les marchés national et international, en vue de les substituer aux espèces exploitées traditionnellement.

Une évaluation économique portant sur l'ensemble de la chaîne productive, depuis la forêt, a montré que l'augmentation du nombre des espèces, alliée à une augmentation conséquente du volume prélevé en forêt, réduit le coût de l'exploitation et de la gestion, conduisant à une réduction significative des investissements dans les domaines forestiers pour introduire une gestion renouvelable.

Actuellement, le nombre des espèces de bois effectivement exploitées dans les forêts tropicales au Brésil, pour des usages commer-

ciaux, est considéré comme très faible, bien qu'il se soit accru timidement au cours de ces dernières années. Les études entreprises par différents instituts, comme l'université de Brasília, le Laboratoire des produits forestiers de l'Ibama, montrent qu'il existe beaucoup d'autres espèces possédant des caractéristiques qui leur permettraient d'acquiescer une valeur économique et, en conséquence, de gagner une part du marché national et international.

Certaines de ces espèces ne constituent pas une nouveauté pour quelques utilisateurs, puisqu'elles sont sporadiquement utilisées dans l'industrie du bois, mais c'est justement à partir de cette utilisation occasionnelle qu'on recherche une participation plus effective des espèces peu connues sur le marché. On s'attend au début à une certaine difficulté à rencontrer ces espèces dans les scieries, cela étant dû au fait que la majorité des industriels ne travaillent qu'avec les espèces traditionnelles, qui ont un débouché garanti. Cependant, l'augmentation de la demande engendrée par la bonne acceptation des nouvelles espèces sur le marché pourrait rendre viable l'offre de substitution, en association avec les espèces traditionnelles.

Les espèces étudiées ici se rencontrent dans l'industrie du bois du district fédéral de Brasília, utilisées principalement sous forme de poutres dans la construction civile et dans la structure des meubles.

Il est important de rappeler que les bois les plus traditionnels, tels le mogno (*Swietenia macrophylla*), le cerejeiro (*Amburana acreana*), le cedro (*Cedrela odorata*) et l'ipê (*Tabebuia serratifolia*), peuvent coûter en moyenne, sur les marchés locaux comme Brasília, entre 250 et 1 300 dollars américains le mètre cube, alors que les espèces les moins valorisées, comme le tanimbuca (*Buchenavia* spp. ; planche 1), sont vendues, en moyenne, 180 dollars le mètre cube.

Le tanimbuca et le louro

L'espèce appelée populairement tanimbuca appartient à la famille des *Combretaceae*. Elle pousse naturellement en région amazonienne, dans la forêt pluviale des *varzea* inondables. Elle est particulièrement fréquente en basse Amazonie (LORENZI, 1998). Le genre *Buchenavia* se rencontre aussi dans toutes les forêts du pays, sous des noms comme timburitã (Rio de Janeiro), lorinho (São Paulo), mirindibã-ipê et jatai amarelo (Bahia) et guarajuba (São Paulo, Paraíba et Santa Catarina) (MAINIERI, CHIMELO, 1989). Il s'agit d'un bois lourd. Le bois de cœur est jaune uniforme légèrement gris, de texture moyenne, au grain droit, avec un état de surface après rabotage légèrement brillant et lisse au toucher, ainsi qu'une odeur et un goût imperceptibles (MAINIERI, CHIMELO, 1989). Il est hautement résistant et assez durable (LORENZI, 1998).

L'espèce louro (*Ocotea* spp. ; planche 2) est en train de devenir, de manière encore timide, une alternative pour la fabrication des meubles. C'est peut-être le manque d'indications technologiques sur cette espèce, ajouté à la tradition du marché pour commercialiser des bois déjà connus, qui sont les principaux responsables de la demande de ces espèces.

Le louro, connu aussi sous le nom de louro canela, se rencontre dans les États d'Amapá, d'Amazonas, du Pará et du Rondônia. Son bois de cœur marron-jaune et/ou marron très léger, distinct de l'aubier plus clair, jaune-olive à jaune pâle, présente peu de cernes de croissance distincts, un fil droit légèrement tord, de texture moyenne, avec un brillant accentué ou absent, et possède une odeur agréable (Souza, 1998).

Les cellules odorantes sont présentes à une ou deux des extrémités des cellules des rayons et dans le parenchyme axial (CZARNESKI *et al.*, 2001).

Ce travail a pour objectif d'étudier les bois de tanimbuca et de louro sous l'angle de leurs caractéristiques physiques (densité et rétractibilité), leurs couleurs (colorimétrie),

et d'évaluer leur usinabilité en les proposant comme options pour être utilisés dans les secteurs industriels du bois et du meuble.

Méthodes d'étude des bois

Ce travail a été développé à l'université de Brasília et au Laboratoire des produits forestiers (Lpf-Ibama). Les bois étudiés ont été acquis auprès d'un dépôt commercial local du district fédéral. Ainsi, dans le secteur forestier industriel de Brasília, nous avons trouvé trois lots de planches de chaque espèce (tanimbuca et louro).

Ces lots proviennent de trois arbres différents, originaires de l'État du Pará, où ont été achetées ces grumes et où elles ont été empilées en conservant la même position dans l'empilement quand elles ont été transportées sur le camion et déchargées dans l'entreprise. Ainsi, nous disposons d'échantillons bien répertoriés et représentatifs des arbres de ces espèces. Les planches mesuraient 3 m de longueur, 25 cm de largeur et 3 cm d'épaisseur. Elles ne comportaient pas d'aubier ni de moelle, ce qui signifie qu'elles étaient conformes aux emplois normaux. De ces planches ont été prélevés des échantillons pour les études physiques, colorimétrique et d'aptitude au travail du bois. Les essais de densité de base, de rétractibilité et de colorimétrie ont été réalisés au Laboratoire des produits forestiers, à Brasília. Les tests d'aptitude au travail du bois ont été menés dans les ateliers de l'université de Brasília, où un questionnaire pratique destiné aux techniciens menuisiers et ébénistes a été élaboré, pour évaluer les facilités ou les difficultés de travailler avec les deux espèces.

Propriétés physiques

Pour les essais physiques de densité spécifique de base ou masse spécifique de base et de rétractibilité, des échantillons ont été confectionnés (2 x 2 x 10 cm). La norme Copant 30 : 1 - 005 a été prise comme référence. Nous avons étudié 36 échantillons par espèce, soit 12



Planche 1.

Divers aspects de l'espèce tanimbuca en forêt (a) ainsi que de son bois (b et c) et de son écorce (d).

Photos : J. Pratginestos et P. Mac Dowell (a) ; J. A. A. Camargos (b, c et d).

In : Madeiras Tropicais Brasileiras, 1997 ; copyright des auteurs, 2004.

échantillons par arbre. La détermination de la rétractibilité tangentielle, radiale et volumétrique ainsi que du coefficient d'anisotropie des échantillons a été réalisée avec des capteurs de 0,01 mm de précision. Les formules pour calculer la densité et la rétractibilité sont décrites par Gonçalves (1993) ou dans la norme Copant elle-même.

Colorimétrie

L'étude de la couleur à l'aide de la colorimétrie CieLab (de la Commission internationale de l'éclairage, Cie) est une méthode d'évaluation des caractéristiques de la couleur des bois, qui s'exprime en termes de clarté L^* , de saturation C et de teinte h^* , h^* étant l'angle de teinte de cette couleur dans le plan des caractéristiques chromatiques a^* et b^* établies pour chaque point de couleur dans le *Color solid* de HunterLab (planche 3) (HUNTER, 1975 ; HUNTERLAB, 1985). Ces mesures sont de plus en plus utilisées dans le suivi des modifications esthétiques du bois lors de sa transformation industrielle (traitement thermique, rayonnement UV...) (ANANIAS *et al.*, 2003 ; AYADI *et al.*, 2003 ; CHARRIER *et al.*, 2002 ; JANIN, 1987 ; JANIN *et al.*, 2001).

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un spectrocolorimètre Datacolor Microflash 200 d, sous un illuminant D65 et un angle d'observateur Standard Cie (Commission internationale de l'éclairage) de 10° , en liaison avec un ordinateur. Sur chaque face ont été mesurées les valeurs de clarté (L^*), les coordonnées chromatiques (a^* et b^*), la saturation de la teinte (C), et l'angle de teinte (h^*) à l'aide des formules définies par la théorie des valeurs tristimulaires X, Y, Z, de la Cie, des systèmes CieLab et CieLCh selon les équations suivantes.

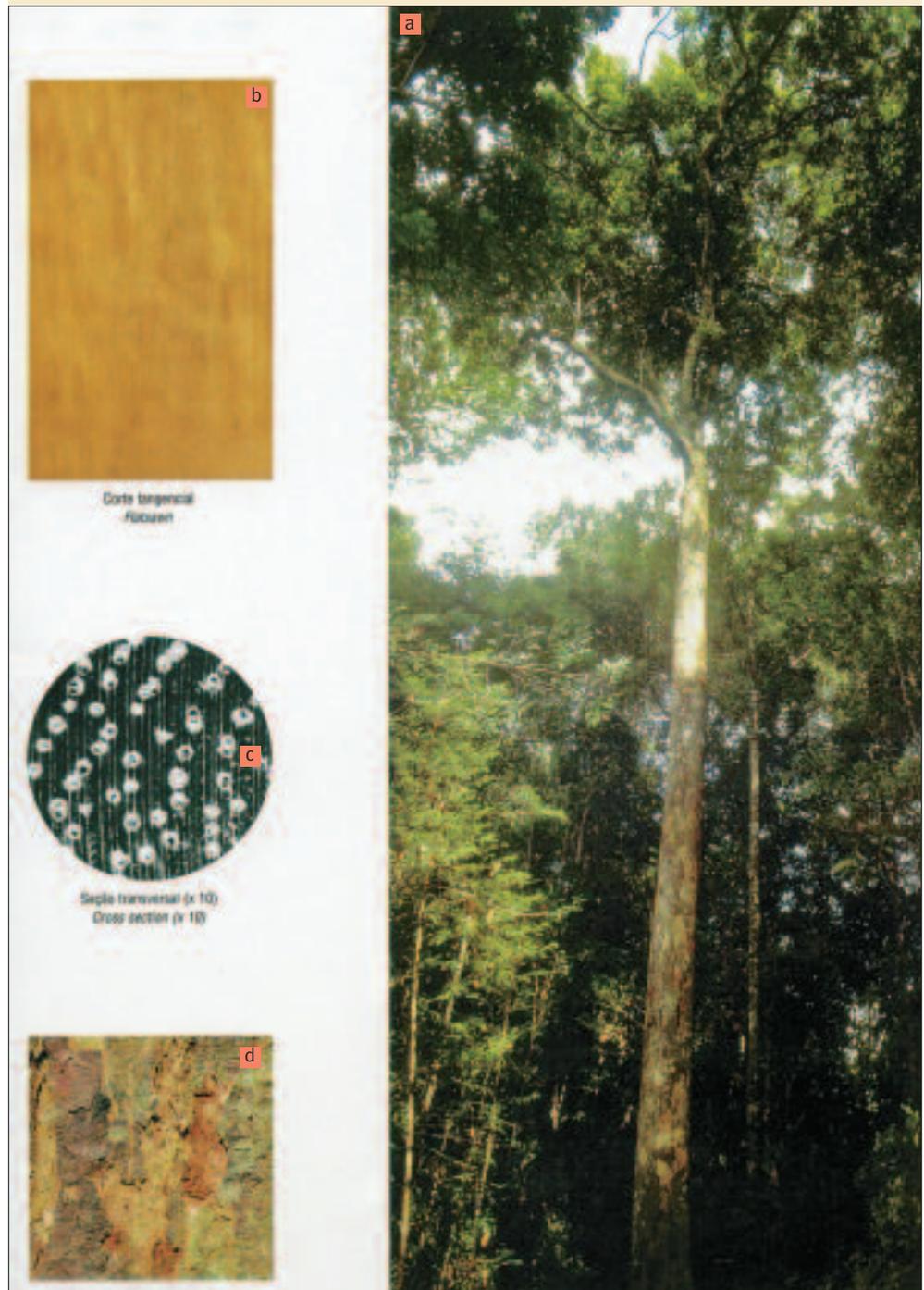


Planche 2.

Divers aspects de l'espèce louro en forêt (a) ainsi que de son bois (b et c) et de son écorce (d).

Photos : J. Pratginestos et P. Mac Dowell (a) ; J. A. A. Camargos (b, c et d).

In : Madeiras Tropicais Brasileiras, 1997 ; copyright des auteurs, 2004.

Tableau I.
Évaluation de l'usinabilité
du bois (notation de 0 à 10).

| Évaluation du bois | Usinabilité, comportement |
|--------------------|---------------------------|
| Excellent | 9 à 10 |
| Très bon | 8 à 9 |
| Bon | 7 à 8 |
| Régulier | 6 à 7 |
| Mauvais | Inférieur à 6 |

▪ Dans le système CieLab :
 $L^* = 116 (Y/Y^0)^{1/3} - 16$
 $a^* = 500 [(X/X^0)^{1/3} - (Y/Y^0)^{1/3}]$
 $b^* = 200 [(Y/Y^0)^{1/3} - (Z/Z^0)^{1/3}]$
 où X^0, Y^0, Z^0 sont des valeurs relatives au standard blanc.

▪ Selon le système CieLCh :
 La saturation est égale à
 $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$
 L'angle de teinte est égal à
 $h^* = \arctg b^*/a^*$

Nous avons prélevé trois échantillons par arbre de chaque espèce de dimensions 30 x 2 x 2 cm. Sur chaque échantillon, nous avons repéré les faces radiales et tangentielles. Pour chaque type d'échantillon, 25 mesures ont été réalisées, soit 50 par échantillon. Le nombre des mesures a été déterminé sur la base de tests précédemment effectués sur les bois tropicaux (CAMARGOS, GONÇALEZ, 2001).

Aptitude au travail du bois

Pour les tests d'usinabilité de ces bois, dix échantillons ont été utilisés pour chaque espèce. Chaque échantillon a été travaillé et évalué par un menuisier professionnel. Ce dernier a soumis les échantillons aux travaux suivants : scie circulaire, dégauchage, dégauchissage, toupie, perceuse de table, perceuse à main, polisseuse à bande, polissage manuel et rabotage à la main. Pour chaque échantillon traité, le technicien a attribué une échelle de notation relative au comportement vis-à-vis des équipements, et au résultat de la finition, qui pouvait être excellent, très bon, bon, régulier ou mauvais, en donnant une note variant de 1 à 10 (tableau I). Le bois fut aussi évalué par rapport à l'usure de la polisseuse, la détérioration des équipements, de même si le bois produisait une odeur ou des dégagements irritants, et enfin sur son comportement avec les vernis et produits de finition.

Les données concernant les propriétés physiques et la colorimétrie ont été analysées statistiquement, en utilisant les moyennes des écarts-types ainsi que le test de Tukey au niveau de 1 % de probabilité pour la colorimétrie et de 5 % pour les propriétés physiques.

Résultats et discussion

Le tableau II indique les valeurs moyennes des propriétés physiques des bois de tanimbuca et de louro. La caractérisation des propriétés physiques contribue à définir une meilleure utilisation des espèces.

La densité de base moyenne du bois de tanimbuca (0,85 g/cm³ à 12 % d'humidité, 20 °C et 65 % d'humidité relative) peut être considérée comme élevée (MELO *et al.*, 1990), sans différences significatives entre arbres selon le test de Tukey à 5 % de probabilité. Cependant, pour le louro, la densité de base de l'arbre 1

Tableau II.
Valeurs moyennes des propriétés physiques des bois de tanimbuca et de louro.

| Tanimbuca | | | | | |
|------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------------|--------------|---------------------|
| Arbre | Densité de base (g/cm ³) | Volumique | Rétractibilité (%) Tangentielle (RT) | Radiale (Rr) | Anisotropie (RT/Rr) |
| 1 | 0,85a | 15,23a | 8,66b | 7,79a | 1,20b |
| 2 | 0,85a | 14,90a | 8,70b | 6,79ab | 1,28b |
| 3 | 0,86a | 14,72a | 9,68a | 5,55b | 1,74a |
| Moyenne* | 0,85 | 14,94 | 9,04 | 6,48 | 1,50 |
| Écart-type | 0,12 | 0,75 | 0,86 | 1,29 | 0,60 |
| Louro | | | | | |
| Arbre | Densité de base (g/cm ³) | Volumique | Rétractibilité (%) Tangentielle (RT) | Radiale (Rr) | Anisotropie (RT/Rr) |
| 1 | 0,52a | 10,91a | 7,34a | 3,85a | 1,91a |
| 2 | 0,43b | 9,27b | 6,23b | 3,24b | 1,92a |
| 3 | 0,43b | 9,80b | 6,51b | 3,52ab | 1,85a |
| Moyenne* | 0,46 | 9,99 | 6,69 | 3,54 | 1,89 |
| Écart-type | 0,05 | 0,84 | 0,58 | 0,31 | 0,04 |

* Moyenne générale de 36 échantillons par espèce (12 échantillons par arbre).

Les moyennes suivies par les mêmes lettres, dans chaque colonne et pour chaque espèce, ne diffèrent pas statistiquement entre elles, par le test de Tukey, au niveau de 5 % de probabilité.

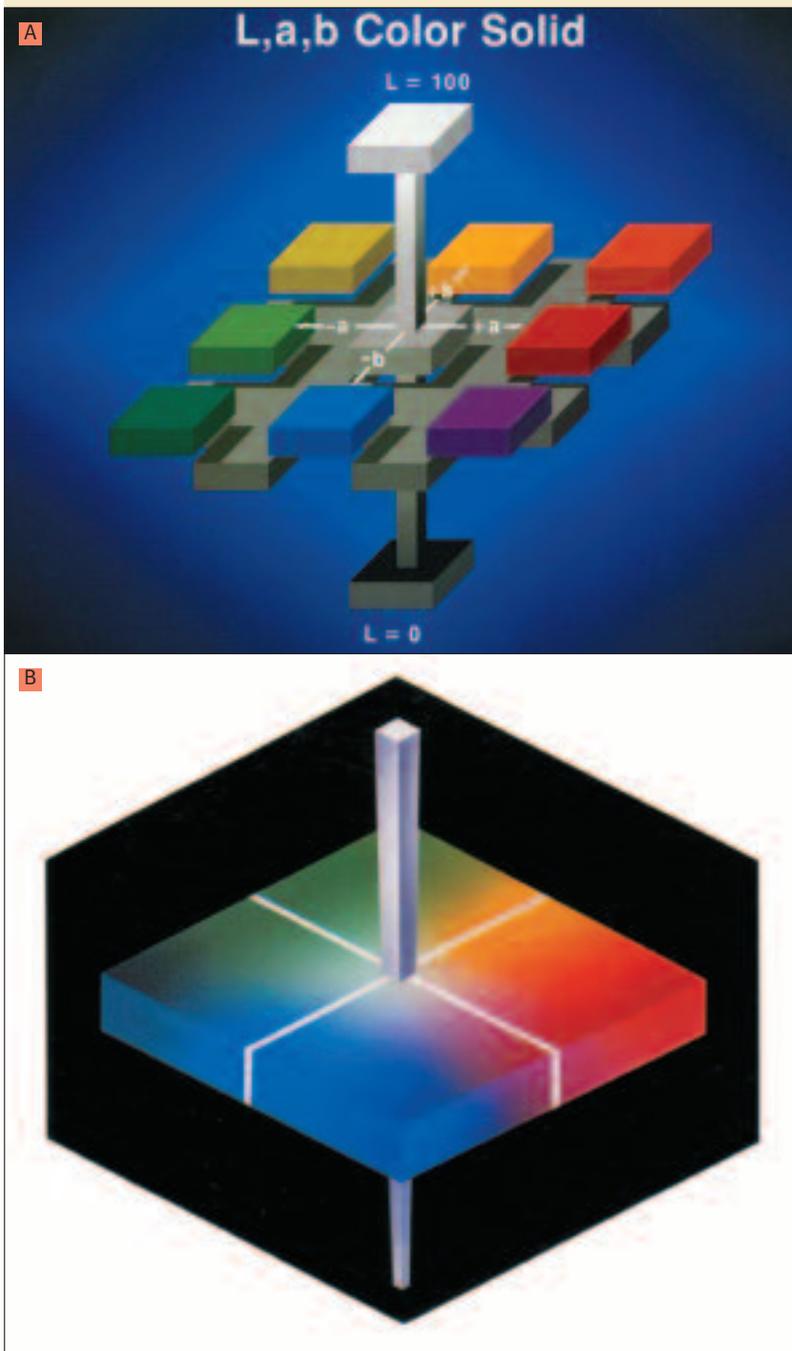


Planche 3.

Diagramme du *Color solid* HunterLab (A) composé des axes de clarté L^* (0 à 100), de vert-rouge a^* (+ ou -) et de bleu-jaune b^* (+ ou -).

Il est représentatif de tous les points de couleur (un point est déterminé par trois valeurs : L^* , a^* et b^*). Rappel de ce diagramme (B).

Source des diagrammes A et B : HunterLab.

est supérieure statistiquement aux arbres 2 et 3 au niveau de 5 % ; entre les arbres 2 et 3, il n'y a pas de différences significatives pour cette propriété. La densité de base moyenne pour le louro ($0,46 \text{ g/cm}^3$) peut être considérée comme faible pour un bois tropical (MELO *et al.*, 1990).

En étudiant la rétractibilité du bois de tanimbuca, on note, d'une part, qu'il n'y a pas de différences significatives entre arbres pour la rétractibilité en volume et, d'autre part, que la moyenne de la rétractibilité radiale varie entre les trois arbres. On observe aussi qu'il y a des différences significatives pour la rétractibilité tangentielle entre les arbres pour les espèces étant donné que l'arbre 3 a été supérieur aux autres. Le bois de tanimbuca présente des rétractibilités semblables à celles des bois tropicaux durs : *sucupira* (*Diploptropis racemosa*), *maçaranduba* (*Manilkara huberi*), *matamatà* (*Eschweilera amazonica*), *pracauba-da-terra-firme* (*Mora paraensis*)... de la région de Curuà-una (IBDF, 1988). Cela montre que, lors du travail de cette espèce, des soins spéciaux doivent être pris au cours du séchage puisque la rétractibilité en volume élevée de cette espèce entraîne des défauts. D'un autre côté, la grande rétractibilité en volume est compensée par un coefficient d'anisotropie de 1,50, une valeur normale ou qui peut même être considérée comme faible. Ce coefficient est favorable quant à l'utilisation de l'espèce comme bois de sciage, celui-ci se déformant moins lors de son emploi. En comparant la rétractibilité entre les arbres de louro, on constate des différences significatives pour les rétractibilités tangentielle, radiale et en volume. La rétractibilité de l'arbre 1 est supérieure à celle des arbres 2 et 3. La rétractibilité tangentielle de l'arbre 1 est statistiquement supérieure à celle des autres. Cependant, la rétractibilité radiale de l'arbre 1 diffère à peine de celle de l'arbre 2, qui est égale à celle de l'arbre 3. La moyenne générale de l'espèce pour l'anisotropie est de 1,89. Ce coefficient indique que ce

Tableau III.
Valeurs moyennes des paramètres colorimétriques (L*, a*, b*, C, h*)
des bois de tanimbuca et de louro, pour les coupes tangentielle
et radiales (moyenne de 75 mesures).

| Tanimbuca | | | | | |
|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Direction | L* | a* | b* | C | h* |
| Tangentielle | 51,01a | 6,84a | 19,56a | 20,73a | 70,69a |
| Radiale | 49,03b | 6,51b | 17,72b | 18,88b | 69,74b |
| Louro | | | | | |
| Direction | L* | a* | b* | C | h* |
| Tangentielle | 61,37a | 6,67a | 25,19a | 26,10a | 75,14a |
| Radiale | 62,51b | 6,11b | 25,92b | 26,64b | 76,70b |

* Les moyennes suivies de la même lettre, dans chaque colonne pour chaque espèce, ne diffèrent pas statistiquement entre elles, selon le test de Tukey, au niveau de 1 % de probabilité.

bois ne doit pas présenter de grands problèmes lors de sa transformation et de son emploi.

Le tableau III indique les valeurs moyennes des paramètres de couleur pour les faces radiales et tangentielles chez les bois de tanimbuca et de louro. Dans ce cas, nous avons utilisé toutes les mesures obtenues pour les trois arbres dans chaque espèce, en obtenant une moyenne pour chaque direction tangentielle et radiale.

Le tableau III montre que tous les paramètres colorimétriques pour les deux espèces sont statistiquement significativement différents. Cela provient de ce que les deux espèces présentent des couleurs différentes suivant les deux directions radiale et tangentielle. Le bois de tanimbuca offre sur sa face tangentielle une clarté (L*) plus grande que sur sa face radiale. En considérant les coordonnées chromatiques a* et b*, on observe que la coordonnée b*, qui traduit une coloration plus jaune, est la principale coordonnée indicatrice de la coloration jaune du bois de cette espèce. La saturation C est aussi cette caractéristique chromatique qui traduit la plus grande inten-

sité de la couleur jaune du bois sur la face tangentielle. Sa valeur (19,56) sur cette face est supérieure à celle de la face radiale (17,72). Quant aux paramètres L*, a*, b*, C, h* (CAMARGOS, GONÇALEZ, 2001), ils ont des valeurs situées dans les intervalles de classe respectifs suivants : L* : 40-55 ; a* : 5-10 ; b* : 12-22 ; C : 13-24 ; h* : 60-61 où la couleur du bois est de type olive.

L'étude de l'usinabilité développée dans ce travail avait pour but principal de fournir des données pratiques sur le comportement des bois au cours de leur transformation sur les machines et les équipements, ainsi que sur leur capacité de recevoir les produits de finition pour les rendre aptes aux emplois dans l'industrie du meuble.

Le bois de tanimbuca se comporte bien sur la scie circulaire et la toupie. Déjà, nous avons pu observer un comportement régulier au dégrossissage, au dégauchissage, à la perceuse de table, à la ponceuse à bande, à la lime manuelle et au rabot. Les professionnels qui participaient à la recherche éprouvèrent de grandes difficultés pour travailler ce bois à la perceuse et au rabot à main, le clas-

sant comme mauvais. Les couteaux des machines-outils et les scies utilisés durant ce travail présentaient des déformations et une perte rapide de l'affûtage. Il y eut une grande consommation de bandes de ponceuse au cours de la finition des bois sciés. Le ponçage produit beaucoup de poussière et dégage une forte odeur, assez désagréable. Le comportement du bois lors de l'application des vernis fut bon, nécessitant cependant trois couches pour la finition, d'où une consommation de vernis un peu supérieure. Pour les espèces qui montrent une finition plus facile, deux couches de vernis seulement sont suffisantes. En accord avec la classification à l'aide de notes, le bois reçut une moyenne de 7,5 (tableau I), en considérant son comportement général sur les machines, envers les produits de finition comme les vernis, sachant qu'il est nécessaire de prendre des précautions pour sa mise en œuvre. Sa densité plus élevée et la quantité de poussière répandue sur les machines sont les principaux facteurs à prendre en compte.

Le bois de louro présente un comportement différent en relation avec la couleur de ses faces. Dans ce cas, la direction radiale montre une coloration plus claire. C'est aussi la coordonnée b* qui est responsable de la coloration jaune-olive de cette espèce. La valeur la plus élevée de la coordonnée b* (25,92) et la plus faible valeur de la coordonnée a* (6,11) dans la direction radiale expliquent la plus grande clarté (L* = 62,51) dans cette direction. Cette fois, la caractéristique C de la saturation montre une couleur plus saturée dans la direction radiale, probablement influencée par la coordonnée b*. L'angle de teinte h* confirme la coloration plus claire de la direction radiale approchant de l'axe jaune.

Le bois de louro se comporte de manière excellente, quant à son usinabilité, avec toutes les machines et équipements, à l'exception de la

Conclusion

ponceuse et du rabot manuel, pour lesquels les résultats sont considérés comme inférieurs, mais cependant encore bons. Il s'agit d'un excellent bois vis-à-vis de tous les équipements testés, puisque ces derniers ne perdent pas leur pouvoir de coupe facilement et ne se détériorent pas rapidement. Sa densité faible ($0,46 \text{ g/cm}^3$) fait qu'il n'utilise que peu la bande de la ponceuse et présente une bonne finition. Le louro dégage une grande quantité de poussière au ponçage, mais cela n'influe pas sur son comportement au cours du travail. Il exhale une bonne odeur de cannelle au cours de sa transformation et son comportement est excellent lors de la finition : deux couches de vernis seulement sont nécessaires, sans tacher ni former de bulles (l'apparition de bulles peut être liée à une porosité élevée du bois, et souvent à la formation de CO_2 , qui est issu d'une réaction entre l'eau et les isocyanates du vernis de type polyuréthane). Le bois présente un aspect brillant et une texture moyenne, avec la présence marquée de pores. Quelques pièces montrent des bandes de couleur plus sombre, de même que des nœuds sombres mais peu fréquents. Le bois a reçu la note 9 pour son comportement général au cours de sa transformation. C'est un bois d'un usage très facile et d'apparence agréable, ce qui permet de le recommander vivement pour l'industrie du meuble.

Les deux espèces tanimbuca (*Buchenavia* spp.) et louro (*Ocotea* spp.) possèdent les propriétés caractéristiques rappelées ci-après.

Le bois de tanimbuca a une densité de base de $0,85 \text{ g/cm}^3$, qui correspond au classement dans les bois durs. Les rétractibilités volumétrique, radiale et tangentielle sont proches de celles des bois durs tropicaux. Le coefficient d'anisotropie de 1,5 est très satisfaisant. Ce bois devrait peu travailler au cours de son emploi. De la même façon, il ne doit pas poser de problèmes sérieux durant le séchage, rendant plus faciles son traitement et son emploi comme bois de sciage. Le bois de tanimbuca présente une faible coordonnée chromatique rouge ($a^* = 6,1$) et des traces marquées de jaune, indiquant que sa coloration est fortement influencée par ce dernier pigment. Le mélange de ces deux pigments conduit à classer cette couleur comme olive. La face tangentielle est plus claire que la face radiale, ce qui conduit à préconiser cette face pour le resciage quand on désire un bois plus clair.

Le bois de tanimbuca pose quelques difficultés lors de sa mise en œuvre, principalement du fait de sa densité. Nous suggérons, pour ce bois, l'utilisation d'outils et de scies spéciaux, surtout à base d'acier au carbone. Par ailleurs, sa finition est bonne en utilisant des vernis. Cette espèce possède un bon potentiel comme bois de sciage, surtout pour les planchers, poutres et structures. L'industrie du meuble peut aussi l'utiliser, principalement en association avec d'autres matériaux et en la réservant pour des détails de finition ou de structure interne des meubles.

Le bois de louro a une densité de $0,46 \text{ g/cm}^3$, considérée comme faible. Les rétractibilités rapportées se situent à l'intérieur des normes retenues pour les bois tropicaux, et son coefficient d'anisotropie (1,89) est proche de la valeur considérée comme normale par la littérature. Les

paramètres colorimétriques classent cette espèce dans les couleurs jaune-olive. La caractérisation de la coloration de ce bois est donnée principalement par les valeurs L^* , b^* , h^* . Le pigment jaune est le principal responsable de la coloration de l'espèce. Le bois de louro est plus clair dans la direction radiale au détriment de la direction tangentielle. Lors du sciage, cette différence de couleur entre les sens tangentiel et radial peut ajouter de la valeur au bois scié en fonction de la demande exprimée, c'est-à-dire quand le consommateur recherche un bois plus ou moins clair. Son comportement face aux machines, équipements et produits de finition est très bon, voire jugé excellent par les professionnels du bois qui ont participé à son évaluation. Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, d'un point de vue technologique, suggèrent qu'il présente d'excellentes caractéristiques pour être employé dans l'industrie du meuble.

Les deux espèces possèdent un potentiel les rendant aptes à être utilisées comme bois de sciage. L'industrie du meuble pourra contribuer à mieux faire connaître ces bois en les utilisant comme matière première unique dans un meuble, ou en assemblage avec d'autres types de matériaux comme le granit, le fer ou le verre, ou encore d'autres espèces forestières.

Références bibliographiques

ANANIAS R. A., SARZOSA R., JANIN G., GONCALEZ J., 2003. Apreciación cuantitativa del color de la madera por colorimetría. Parte 2 : Mediciones de los cambios de color sobre en pino radiata *Pinus radiata* secado bajo un programa convencional ace-lerado. *Maderas*, 5 (2) : 153-161.

AYADI N., LEJEUNE F., CHARRIER F., CHARRIER B., MERLIN A., 2003. Colour stability of heat treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh und Werkstoff*, 61 : 221-226.

CAMARGOS J. A. A., GONÇALEZ J. C., 2001. Colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. *Brasil Florestal*, 20 (71) : 30-41.

CAMARGOS J. A. A., GONÇALEZ J. C., JANIN G., BAKOUR R., ANANIAS R., 2004. Colorimétrie quantitative appliquée à l'élaboration d'un classement numérique et aussi visuel, en un catalogue de 25 groupes de couleurs pour 400 espèces de bois tropicaux brésiliens de l'Amazonie. Sixième colloque Sciences et industries du bois, 2-4 novembre 2004, Épinal, France.

CHARRIER B., JANIN G., HALUK J. P., MOSEDALE J. R., 1995. Colour and chemical characteristics of moon rings in oakwood. *Holzforschung*, 49 (4) : 287-292.

CHARRIER B., CHARRIER F., JANIN G., KAMDEM D. P., IRMOULI M., GONCALEZ J., 2002. Study of industrial boiling process on walnut colour : Experimental study under industrial conditions. *Holz als Roh und Werkstoff*, 60 : 259-264.

CZARNESKI C. M., FREITAS G. F. de, CORADIN V. T. R., CAMARGOS J. A. A., 2001. Estudo anatômico comparativo do lenho de quatro espécies da família Lauraceae ocorrentes na Amazônia. *Brasil Florestal*, 20 (70) : 48-55.

GONÇALEZ J. C., 1993. Caractérisation technologique de quatre espèces peu connues de la forêt amazonienne : anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. Thèse de doctorat, Engref, Nancy, France, 446 p.

HUNTER R. S., 1975. The measurement of appearance. New York, États-Unis, A Willey-Interscience Publication, John Wiley and Sons.

HUNTERLAB, 1985. Use hunterlab images and color solid figures, a color-vision system. 11491 Sunset Hills Road, Reston, VA, États-Unis.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL, 1988. Madeiras da Amazônia : características e utilização. Volume 2. Estação experimental de Curuá-una. Brasília, Brésil, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (Ibdf), Lpf.

JANIN G., 1987. Mesure de la couleur du bois. Intérêt forestier et industriel. *Ann. Sc. For.*, 44 (4) : 455-472.

JANIN G., GONCALEZ J., ANANIAS R. A., FERNANDEZ DA SILVA G., DILEM A., 2001. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry. Part 1. Colorimetry theory for the CIE Lab system. *Maderas, Ciencia e Tecnologia*, 3 (1-2) : 3-13.

LORENZI H., 1998. Árvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Volume 2. 2^e édition. São Paulo, Brésil.

MAINIERI C., CHIMELO J. P., 1989. Ficha de características das madeiras brasileiras. 2^e édition. São Paulo, Brésil, Ipt, divisão de madeira.

MELO J. E., CORADIN V. T. R., MENDES J. C., 1990. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In : 6^o Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão/SP. Anais. São Paulo, Brésil, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 3, p. 695-699.

SOUZA M. H. de, 1998. Incentivo ao uso de novas madeiras para a fabricação de móveis. 2^e édition. Brasília, Brésil, Lpf-Ibama.