

IPEF, n.41/42, p.44-49, jan./dez.1989

INFLUÊNCIA DA CASCA NO RENDIMENTO E NA QUALIDADE DO CARVÃO VEGETAL DE *Eucalyptus grandis*

BENEDITO ROCHA VITAL

UFV - Depto. de Engenharia Florestal
36570 - Viçosa - MG

AZARIAS MACHADO DE ANDRADE

Univ. de Alfenas - Depto. de Engenharia Florestal
37130 - Alfenas - MG

OSVALDO FERREIRA VALENTE

JOÃO CARLOS CHAGAS CAMPOS

UFV - Depto. de Engenharia Florestal
36570 - Viçosa - MG

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of bark on the yield and quality of charcoal of *Eucalyptus grandis* according to tree diameter. Wood chips, wood and bark chips with the same weight proportion observed for tree, and bark chips were carbonized. Charcoal yield was not affected by the mixture of bark and wood. However, charcoal made only from bark showed a higher yield. Carbon content and yield of bark charcoal was less than values observed for wood and bark charcoal. Charcoal volatile was not affected by the carbonized material. However, ash content increased as bark was mixed with the wood and was significantly higher in the bark charcoal. All properties and yield were affected by the tree diameter except for ash content. However, a clear tendency due to tree diameter was not observed. Phosphorus content was inversely proportional to tree diameter and increased as bark was added to the material to be carbonized. It was concluded that the carbonization of wood with bark and trees of small diameter should be avoided when ash and phosphorus content are the limiting factors for charcoal use.

RESUMO - Este estudo foi realizado com a finalidade de avaliar as influências da casca de *Eucalyptus grandis* sobre o rendimento e qualidade do carvão vegetal, segundo o diâmetro das árvores. Foram carbonizados cavacos de madeira, madeira e casca com o mesmo percentual em peso encontrado na árvore e casca. O rendimento gravimétrico não foi afetado pela inclusão de casca no material a ser carbonizado; contudo, o rendimento gravimétrico para o carvão de casca foi superior ao dos demais materiais carbonizados, independente da classe de diâmetro. O teor de carbono fixo e rendimento em carbono fixo do carvão de casca foi inferior aos valores observados para o carvão obtido de madeira ou madeira com casca. O teor de matéria volátil no carvão não foi afetado pelo tipo de material carbonizado. Contudo o teor de cinza aumentou com a inclusão de casca no material sendo carbonizado e foi significativamente maior no carvão produzido apenas com casca. Exceto para o teor de cinza, as demais características do carvão foram afetadas pela classe diâmetro. Estas variações, contudo, não ocorreram de forma sistemática. O teor de fósforo

no carvão foi inversamente proporcional à classe de diâmetro e aumentou com a inclusão de casca no material a ser carbonizado. Portanto, pode-se concluir que quando os teores de fósforo e cinza no carvão vegetal são fatores limitantes ao seu uso, deve-se evitar a carbonização de madeira com casca e de árvores de pequeno diâmetro.

INTRODUÇÃO

Além do uso doméstico, a energia produzida da biomassa florestal vem sendo utilizada em escala crescente por diversas indústrias, dentre as quais se destacam as siderúrgicas, as indústrias produtoras de cimento, cerâmica, ferro-ligas e de carburetos, as quais consomem lenha ou carvão vegetal. O carvão vegetal é mais utilizado em siderurgia e a sua qualidade está vinculada às características físicas e químicas da lenha carbonizada.

A relações entre os constituintes químicos da madeira e as características do carvão tem sido investigadas por alguns pesquisadores. Assim, COLLET (1955), BRITO & BARRICHELO (1978) e MARTINS (1980), entre outros, verificaram que a madeira que apresenta elevado teor de lignina, provavelmente, dará origem a um carvão com elevado teor de carbono. No mesmo sentido, COLLET (1955) menciona que os componentes minerais encontrados na madeira e, em maior concentração, na casca, são repassados para o carvão.

Quando o carvão vegetal se destina à produção de alguns tipos de ferro-ligas ou de carbureto de cálcio, a presença de alguns componentes minerais é indesejável. Assim o fósforo presente no carvão é incorporado às ligas metálicas tornando-as quebradiças, menos maleáveis e com campos favoráveis à propagação de trincas e fissuras. O fósforo faz as pedras de carbureto quebradiças, reduzindo a sua granulometria e tornando-o impróprio para a produção de materiais como o PVC.

Desta forma, a casca tem sido referenciada como uma translocadora de minerais para o carvão vegetal e, apesar de representar, em média, 10 a 15% do volume total da árvore, é tratada como uma porção indesejável.

O presente trabalho foi proposto com o objetivo de analisar os efeitos da casca de **Eucalyptus grandis** na produção e na qualidade do carvão vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada neste estudo foi obtida em plantios de **Eucalyptus grandis**, com nove anos de idade, de propriedade da Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara - CAF, no Município de Abaeté - MG.

Foram selecionadas, aleatoriamente, 25 árvores distribuídas em cinco classes de diâmetro e várias alturas, conforme indicado na Tabela 1.

TABELA 1 – Distribuição de frequência das árvores amostra.

| Classes de diâmetro (cm) | Classes de altura (m) | | | | | | | | | | Total |
|--------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | |
| 6,1 – 8,0 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | 5 |
| 10,1 – 12,0 | | | | 1 | 2 | 2 | | | | | 5 |
| 14,1 – 16,0 | | | | | | | 4 | 1 | | | 5 |
| 18,1 – 20,0 | | | | | | | | 3 | 2 | | 5 |
| 22,1 – 24,0 | | | | | | | | | 4 | 1 | 5 |
| Total | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 1 | 25 |

Para o cálculo dos volumes de madeira e de casca de cada árvore, foram tomados os diâmetros na base e de metro em metro, até atingir um diâmetro mínimo de utilização entre 2,0 e 3,0 no ápice. A espessura da casca também foi coletada ao longo do tronco.

O cálculo do peso de madeira e casca foi feito multiplicando-se o volume destes materiais pela respectiva densidade básica média. A densidade foi obtida a partir de discos coletados na base, na altura 1,3 m e a 25, 50, 75 e 100% de altura comercial, pregando-se o método de balança hidrostática, conforme descrito por VITAL (1984). As análises químicas foram feitas por grupo de cinco árvores, dentro das classes de diâmetro.

A determinação do teor de extrativos da madeira e da casca foi feita segundo a norma ABCP M3/69(Sd), na qual o benzeno foi substituído por tolueno. Para a determinação do teor de holocelulose utilizaram-se três gramas de serragem absolutamente seca e livre de extrativos, colocadas em contato com uma solução de clorito de sódio e ácido acético glacial e tamponada para pH igual a 4,7 com acetato de sódio. A mistura agitada freqüentemente em Banho-Maria a 75°C e submetida a quatro tratamentos com a referida solução em intervalos regulares de 30 minutos. Na determinação do teor de lignina Klason da madeira e da casca, utilizou-se o método descrito por GOMIDE & DEMUNER (1986).

As carbonizações foram realizadas com madeira sem casca, madeira com casca e casca, na forma de cavacos, com três repetições por árvores, em retorta elétrica, à temperatura máxima de 450°C. Os cavacos foram produzidos, manualmente, a partir de discos coletados na base, e a 25,75 e 100% da altura comercial em quantidades iguais e suficientes para se obter os cavacos necessários para as carbonizações. Como fator usou-se um cadinho metálico dotado de quatro divisões internas, onde foram acondicionados cavacos de quatro árvores distintas selecionadas ao acaso. Nas carbonizações de madeira com casca, utilizou-se o percentual em peso de casca calculado para cada árvore.

O rendimento gravimétrico foi calculado dividindo-se o peso do carvão seco obtido pelo peso do material carbonizado a 0% de umidade. A análise química imediata do carvão foi determinada pela norma ASTM 1762-64, adaptada por OLIVEIRA et alii (1982). O rendimento em carbono fixo foi calculado a partir da multiplicação do rendimento gravimétrico pelo teor de carbono fixo.

O teor de fósforo no carvão foi determinado a partir da digestão de 0,5 grama de carvão em ácido nítrico e ácido perclórico, na proporção de 5:2 respectivamente. A suspensão obtida foi analisada em espectrofotômetro, medindo-se a absorvância e a transmitância no comprimento de onda de 725 mm.

Os dados foram analisados por testes de correlação e entre médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas características dendrométricas e de qualidade das árvores estudadas são apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Embora informações disponíveis na literatura (FOELKEL et alii, 1982 e COUTINHO, 1984) indiquem que a densidade básica média da madeira deva diminuir com o aumento da classe de diâmetro, neste trabalho conforme pode ser observado na Tabela 2, obteve-se uma relação diretamente proporcional entre estas duas variáveis. A densidade da casca, por outro lado, não foi afetada pela classe de diâmetro. Por isso, aumentos no diâmetro e na altura das árvores, além de ocasionarem os esperados aumentos no volume, ocasionaram, também, aumentos no peso de madeira, da casca e no peso total, conforme indicado na Tabela 3.

Na Tabela 4 estão os resultados da análise química da madeira e da casca, em valores médios, segundo a classe de diâmetro. A Tabela 5 mostra as correlações entre os constituintes químicos e as classes de diâmetro.

Os teores de extrativos e de holocelulose na madeira não foram afetados pela classe de diâmetro. O teor de lignina, contudo, aumentou de forma significativa. Estes resultados corroboram a tendência que algumas espécies de eucalipto possuem de apresentar maiores teores de lignina nas madeiras de maior densidade (OLIVEIRA, 1988).

A constituição química da casca foi significativamente afetada pela classe de diâmetro. Os teores de extrativos e lignina decresceram com aumento da classe de diâmetro, enquanto que a correlação entre teor de holocelulose e classe de diâmetro foi positiva.

Quando comparados entre si, independentemente da classe de diâmetro, de forma similar aos resultados encontrados por BARRICHELO & BRITO (1976), os teores de holocelulose e lignina da madeira são superiores aos valores encontrados para a casca. Por outro lado os teores de extrativos da casca são sensivelmente mais elevados do que aqueles encontrados na madeira.

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises quantitativa e qualitativa do carvão vegetal, para carbonização da madeira sem casca, da madeira com casca e da casca, em função da classe de diâmetro.

O rendimento gravimétrico apresentado pelo carvão da casca foi superior aos apresentados pelo carvão da madeira sem casca bem como da madeira com casca. Entre as classes de diâmetro não se observaram diferenças estatísticas ocorrendo de forma ordenada. Em parte, tal superioridade do rendimento gravimétrico apresentado pelo carvão da casca deve-se, possivelmente, ao fato de que quando o referido parâmetro é calculado, considera-se como carvão a cinza e a matéria volátil nele contida que se apresentam em teores bastante elevados do carvão da casca. Além disso, OLIVEIRA (1988), trabalhando com **Eucalyptus grandis**, encontrou correlação positiva significativa, entre o rendimento gravimétrico e o teor de extrativos, e correlação negativa, significativa, entre o rendimento gravimétrico e o teor de holocelulose do material a ser carbonizado. Com a casca apresentou teores mais elevados de extrativos e menores teores de holocelulose, correlações foram confirmadas.

Os teores médios de carbono fixo apresentados pelo carvão da casca foram inferiores aos apresentados pelo carvão da madeira e da madeira com casca. Tal resultado pode estar parcialmente vinculado ao fato de que a casca apresentou menores teores de lignina nas diferentes classes de diâmetro, quando comparada com a madeira e, segundo COLLET (1955), BRITO & BARRICHELO (1978) e MARTINS (1980) a quantidade de carbono fixo é função linear da porcentagem de lignina. Outro fator que pode ter influenciado nos teores de carbono fixo apresentados pelo carvão da casca constitui-se ou fato de ser ele calculado, pela diferença para cem do somatório de voláteis e cinza. Com os teores de cinza verificados no carvão da casca foram sensivelmente maiores, era esperado que os teores de carbono fixo do carvão da casca fossem menores.

Os maiores rendimentos em carbono fixo foram apresentados pelo carvão da casca, devido, provavelmente, aos maiores rendimentos gravimétricos apresentado pelo carvão da mesma casca.

Não foram detectadas diferenças estatísticas entre os teores médios de matérias voláteis do carvão da madeira sem casca, da madeira com casca e da casca. Teoricamente era esperado que estes valores se mantivessem num mesmo patamar para todos os tratamentos, uma vez que a temperatura final de carbonização foi a mesma para todos (450°C).

Com relação aos teores médios de cinza do carvão, nota-se pela observação da Tabela 6, que os apresentados pelo carvão da casca são superiores aos apresentados pelo carvão da madeira e da madeira com casca. Para VITAL et alii (1986), o teor de cinza no carvão está diretamente relacionado, sobre tudo, ao teor de cinza do material carbonizado e em menor escala ao teor de extrativos, o que condiz com os resultados observados no presente estudo, visto que a casca, além de apresentar maiores teores de cinza, apresenta, também, maiores teores de extrativos quando comparada com a madeira propriamente dita, (Tabela 4).

O carvão da casca apresentou maiores teores de fósforo do que o carvão da madeira. Observaram-se decréscimos acentuados nos teores de fósforo do carvão com o aumento do diâmetro da árvore, ou seja, encontrou-se correlação negativa significativa, entre os teores de fósforo no carvão e a classe de diâmetro da árvore (Tabelas 6 e 7).

CASTRO (1979) menciona que o movimento principal de minerais nas árvores ocorre das raízes para as folhas através do xilema e, partindo das folhas, são distribuídos para as regiões de consumo e reserva, por intermédio do floema. Árvores com diâmetros maiores apresentam, caracteristicamente, taxas elevadas de madeira inativa de cerne, enquanto as árvores com diâmetros menores apresentam, proporcionalmente, maiores quantidades de madeira ativa de alburno, estando, em razão de tal fato, mais capacitadas para a translocação de quantidades maiores de matérias minerais, dentre as quais se encontra o fósforo.

CONCLUSÕES

As influências da casca sobre as qualidades físicas e químicas do carvão ora se manifestam de forma positiva, ora de forma negativa. Sob o ponto de vista positivo, destacam-se os aumentos no rendimento gravimétrico e em carbono fixo, e, sob o ângulo negativo, destacam-se os aumentos nos teores de cinza e fósforo, no entanto, o efeito da casca é amenizado por quantidades significativamente maior da madeira. Por isso, os

aumentos nos teores de cinza e fósforo no carvão de lenha carbonizada com casca não são, de modo geral, fatores limitantes à sua utilização.

Em casos específicos, onde o teor de fósforo no carvão é fator limitante ao seu uso, como na produção de carbureto de cálcio e de alguns ferro-ligas, deve ser considerada a possibilidade de descascar a árvore antes de sua carbonização. Deve-se, também, nestes casos, evitar a produção de carvão com árvores de pequeno diâmetro.

Recomenda-se o estudo com outras espécies e condições de carbonização, bem como investigações mais aprofundadas dos fatores que afetam o teor de fósforo na madeira e na casca, em função de classe de diâmetro, idade da árvore e fertilidade do solo.

TABELA 2 – Valores médios das alturas, dos diâmetros à altura do peito com e sem casca, das densidades básicas médias da madeira e da casca e dos volumes de madeira e de casca das árvores analisadas, segundo as classes de diâmetro*

| Classe de diâmetro (cm) | Altura (m) | Diâmetro à altura do peito (cm) | | Densidade básica média (g/cm ³) | | Volume (m ³) | |
|-------------------------|------------|---------------------------------|---------|---|-------------------|--------------------------|-------|
| | | C/Casca | S/Casca | Madeira | Casca | Madeira | Casca |
| 6,1 – 8,0 | 11,98 | 7,12 | 6,52 | 0,45 | 0,35a | 0,026 | 0,004 |
| 10,1 – 12,0 | 17,77 | 11,02 | 10,14 | 0,48ab | 0,35a | 0,076 | 0,011 |
| 14,1 – 16,0 | 22,56 | 15,12 | 13,96 | 0,50ab | 0,35a | 0,183 | 0,022 |
| 18,1 – 20,0 | 24,58 | 19,46 | 17,94 | 0,52ab | 0,38a | 0,309 | 0,038 |
| 22,1 – 24,0 | 26,49 | 23,06 | 21,38 | 0,53a | 0,35 ^a | 0,454 | 0,054 |

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 – Valores médios de peso de madeira, peso de casca, peso total, a 0% de umidade e percentagem de casca das árvores – amostra, segundo a classe de diâmetro*

| Classe de diâmetro (cm) | Peso da madeira (kg) | Peso da casca (kg) | Peso total (kg) | Percentagem de casca (%) |
|-------------------------|----------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 6,1 – 8,0 | 11,75 d | 1,35 d | 13,10 d | 11,82 a |
| 10,1 – 12,0 | 36,45 d | 3,97 d | 40,42 d | 11,05 ab |
| 14,1 – 16,0 | 91,42 c | 7,84 c | 99,26 c | 8,76 ab |
| 18,1 – 20,0 | 160,48 b | 14,31 b | 174,79 b | 8,91 ab |
| 22,1 – 24,0 | ,96 a | 19,07 a | 261,03 a | 7,90 b |

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula em cada coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 – Valores médios dos teores de extrativos, de holocelulose e de lignina, da madeira e da casca, segundo a classe de diâmetro.

| Material | Classes de diâmetro (cm) | Extrativos (%) | Holocelulose (%) | Lignina (%) |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| Madeira | 6,1 – 8,0 | 4,12 | 73,50 | 23,20 |
| | 10,1 – 12,0 | 3,22 | 73,20 | 23,60 |
| | 14,1 – 16,0 | 6,27 | 70,40 | 24,40 |
| | 18,1 – 20,0 | 3,30 | 73,30 | 23,80 |
| | 22,1 – 24,0 | 3,97 | 70,90 | 25,70 |
| Casca | 6,1 – 8,0 | 16,47 | 62,00 | 21,70 |
| | 10,1 – 12,0 | 14,78 | 63,80 | 21,30 |
| | 14,1 – 16,0 | 13,24 | 67,20 | 19,70 |
| | 18,1 – 20,0 | 13,16 | 67,00 | 20,10 |
| | 22,1 – 24,0 | 9,20 | 71,90 | 18,30 |

TABELA 5 – Correlações entre os teores de extrativos, de holocelulose e de lignina, da madeira e da casca, com a classe de diâmetro (Cld).

| Material | Variáveis | Coefficiente de correlação (R) | T | Significância |
|-----------------|--------------------|---------------------------------------|----------|----------------------|
| Madeira | Extrativos x Cld | -0,0281 | -0,0487 | ns |
| | Holocelulose x Cld | -0,5424 | -1,1182 | ns |
| | Lignina x Cld | 0,8445 | 2,7380 | * |
| Casca | Extrativos x Cld | -0,9326 | -4,4765 | * |
| | Holocelulose x Cld | 0,9374 | 4,6624 | * |
| | Lignina x Cld | -0,9028 | -3,6352 | * |

ns – não significativo

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 6 – Valores médios dos rendimentos gravimétricos, de carbono fixo, de rendimento em carbono fixo, de materiais voláteis, de cinza e de fósforo no carvão, para carbonização de madeira, de madeira com casca e de casca, em função das classes de diâmetro*

| Material carbonizado | Classes de diâmetro (cm) | Rendimento gravimétrico (%) | Carbono fixo (%) | Rendimento em carbono fixo (%) | Material volátil (%) | Cinza (%) | Fósforo (ppm) |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|-----------|---------------|
| Madeira | 6,1 – 8,0 | 33,44 Bab | 74,64 Ab | 4,95 Bb | 24,95 Bb | 0,70 Ba | 241 |
| | 10,1 – 12,0 | 32,58 Bb | 76,65 Aa | 24,96 Bb | 22,94 Aab | 0,40 Ba | 129 |
| | 14,1 – 16,0 | 33,21 Bab | 77,62 Aa | 25,78 ab | 21,98 Ab | 0,40 Ba | 114 |
| | 18,1 – 20,0 | 33,71 Bab | 77,87 Aa | 26,25 Ba | 21,80 Ab | 0,33 Ba | 91 |
| | 22,1 – 24,0 | 34,54 Ba | 76,61 Aa | 26,45 Ba | 23,05 ab | 0,33 Ba | 86 |
| Madeira com casca | 6,1 – 8,0 | 34,44 Bab | 75,20 Ab | 25,89 Bc | 23,83 Aa | 0,97 Ba | 522 |
| | 10,1 – 12,0 | 33,30 Bb | 77,36 Aa | 25,74 Bc | 22,11 Ab | 0,53 Bab | 374 |
| | 14,1 – 16,0 | 33,59 Bab | 77,90 Aa | 26,16 Bbc | 21,44 Ab | 0,67 Bab | 248 |
| | 18,1 – 20,0 | 34,26 Bab | 78,16 Aa | 26,78 Bab | 21,54 Ab | 0,33 Bb | 202 |
| | 22,1 – 24,0 | 34,84 Ba | 77,28 Aa | 26,92 Ba | 22,29 Ab | 0,43 Bab | 150 |
| Casca | 6,1 – 8,0 | 43,02 Aa | 70,10 Bb | 30,14 Aab | 24,91 Aa | 4,98 Aa | 2931 |
| | 10,1 – 12,0 | 41,52 Ab | 73,84 Ba | 30,62 Aa | 22,10 Aab | 4,06 Aa | 2612 |
| | 14,1 – 16,0 | 39,24 Ab | 74,18 Ba | 29,08 Aab | 21,67 Ab | 4,15 Aa | 2142 |
| | 18,1 – 20,0 | 39,11 Ab | 73,24 Ba | 28,63 Ab | 21,81 Aab | 4,94 Aa | 1343 |
| | 22,1 – 24,0 | 39,11 Ab | 73,24 Ba | 28,63 Ab | 21,81 Aab | 4,94 Aa | 1343 |

TABELA 7 – Correlações entre o teor de fósforo no carvão e as classes de diâmetro (Cld), para madeira e para casca.

| Material | Variáveis | Coefficiente de correlação (R) | T | Significância |
|----------|---------------|--------------------------------|----------|---------------|
| Madeira | Fósforo x Cld | -0,8697 | 3,0520 | * |
| Casca | Fósforo x Cld | -0,9941 | -15,8211 | ** |

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. **Série divulgação. PRODEPEF**, Brasília (13): 1-145, 1976.

BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Características do Eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. **IPEF**, Piracicaba, (16): 63-70, 1978.

CASTRO, P.R.C. Translocação de solutos orgânicos. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo, EPU, 1979. v.1, p.213-47.

- COLLET, F. Estudo comparativo, em escala de laboratório, de diversas madeiras utilizadas na fabricação de carvão vegetal. **Boletim da Associação Brasileira de Metais**, 42 (12): 5-14, 1955.
- COUTINHO, A.R. **Qualidade do carvão correlacionada com as características de madeira de Eucalyptus saligna e temperatura de carbonização**. Piracicaba, 1984. 76p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- FOELKEL, C.E.B. et alii. Método do máximo teor de lignina aplicado à determinação de densidade básica da madeira de eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, 8(28): 792-6, 1983.
- GOMIDE, J.L. & DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método klason modificado. **O papel**, São Paulo, 47(8): 36-8, 1986.
- MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: FUNDAÇÃO CETEC. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte, 1980. p.9-26.
- OLIVEIRA, E. de **Correlação entre parâmetros de qualidade da madeira e do carvão de Eucalyptus grandis (W. Hill ex Maiden)**. Viçosa, 1988. 47p. (Tese-Mestrado-UFV).
- OLIVEIRA, J.B. et alii. Caracterização e otimização do processo de fabricação de carvão vegetal em fornos de alvenaria. In: FUNDAÇÃO CETEC. **Carvão vegetal**. Belo Horizonte, 1982. p.63-102.
- VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Boletim técnico SIF**, Viçosa (1): 1-21, 1984.
- VITAL, B.R. et alii. Efeito da constituição química e da densidade da madeira de clones de **Eucalyptus grandis** na produção de carvão vegetal. **Revista árvore**, Viçosa, 10(2): 151-60, 1986.

A Klabin respeita as necessidades naturais deste país.



Celulose e Papel

IKPC nasceu há 54 anos para atender uma grande necessidade do Brasil: conquistar a auto-suficiência em matérias básicas como a celulose e papéis. E até hoje a Klabin continua contribuindo para isso.



Produção. Em conjunto, as empresas Klabin produziram em 1987 acima de 1.000.000 de toneladas de celulose, papel e produtos de papel. Cerca de 20% da produção nacional.



Divisas. A Klabin exporta seus produtos a muitos países. Traz divisas e destaque econômico ao Brasil: a Klabin é a maior produtora de papel e celulose da América Latina.



Indústrias Klabin de Papel e Celulose SA