

## EFEITO DE ALGUNS NUTRIENTES SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO CERRADO (\*)

F. Poggiani (\*\*)

### SUMMARY

This report deals with the seedling growth of two woody species of the Brazilian «Cerrado» (Savanna type of vegetation): **Stryphnodendron adstringens** (Martius) Coville and **Dimorphandra mollis** Benth (Leguminosae).\*\*\*

Forty-five days after germination the root was 30 cm deep in average but the stem remained short (5-7 cm).

The seedlings showed also a typical pattern of growth with the addition of nutrients to the cerrado soil. Zinc stimulated the elongation of epicotil and inhibited the root growth. Nitrogen increased the stem weight but did not modify the elongation significantly. Phosphorus inhibited mainly root elongation. The physiological and ecological aspects are discussed in this paper.

### I - INTRODUÇÃO

As plantas adultas do cerrado, em virtude de seus caracteres morfológicos e fisiológicos já descritos por FERRI (1944 e 1955), RACHID (1947) e FERRI e COUTINHO (1958) não sofrem limitações em relação ao fator água. Contudo, pouco se conhece ainda sobre os mecanismos que possibilitam a sobrevivência das plantas na fase jovem.

ARENS (1958) sugere que a escassez de quase todos os nutrientes no solo do cerrado limitaria a utilização dos produtos de fotossíntese, acarretando os caracteres escleromorfos das plantas. Faltam todavia trabalhos experimentais que evidenciem de forma quantitativa a relação existente entre a presença ou a ausência dos diversos elementos minerais no substrato e o crescimento das espécies do cerrado.

Nesta pesquisa preliminar foi verificado o efeito da adição de nutrientes ao solo do cerrado sobre o crescimento de plântulas de espécies nativas. Segundo KRAMES e KOZLOWSKI (1960), é este um procedimento particularmente útil na determinação da natureza e extensão das deficiências existentes em solos naturais em relação ao crescimento de determinadas espécies, tendo sido utilizado por vários pesquisadores.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1. Crescimento das plântulas

---

(\*) Pesquisa patrocinada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

(\*\*) Depto. De Silvicultura da ESALQ.

\*\*\* **Stryphnodendron adstringens** (BARBATIMÃO); **Dimorphandra mollis** (FAVEIRO). Ambas as espécies são amplamente distribuídas nos cerrados brasileiros.

Foram utilizadas plântulas de **Stryphnodendron adstringens** (Martius) Cov. e **Dimorphandra mollis** Benth (Leguminosae), obtidas a partir de sementes coletadas no cerrado de Emas (S. P.) e germinadas em placas de Petri a 30°C. As plântulas eram transferidas para o solo de cerrado contido em amplas caixas de madeira, que permitiam o livre desenvolvimento do sistema radicular. Durante o experimento, nos meses de dezembro e janeiro, as plântulas eram mantidas em casa de vegetação e regadas periodicamente com água destilada. Nos dias pré-estabelecidos uma das caixas contendo 30 plântulas era aberta e a terra era cuidadosamente removida para a exposição do sistema radicular. As plântulas inteiras eram retiradas e medidas quanto ao comprimento do epicótilo, hipocótilo e raiz. O mesmo material era deixado em estufa a 80°C durante 12 horas para a posterior determinação do peso seco. Durante o crescimento as plântulas foram medidas em diferentes idades. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente.

## 2.2. Adição de nutrientes ao solo

Foram preparados vários lotes de 30 plântulas homogêneas conforme a metodologia já descrita. A formulação dos nutrientes adicionados ao solo foi derivada de trabalhos efetuados por SWAN (1960). As plântulas de **S. adstringens** receberam os seguintes tratamentos:

- a) Água destilada (Testemunha)
- b)  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  - 1% - 50 ml/semana
- c)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,2% - 20 ml/semana
- d)  $\text{ZnSO}_4$  - 0,02% - 2 ml/semana
- e) Todos os elementos nas proporções já indicadas acima.

O experimento teve a duração de 60 dias.

As plântulas de **D. mollis** receberam os seguintes tratamentos:

- a) Água destilada (Testemunha)
- b)  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  - 1% - 50 ml/semana
- c)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,2% - 20 ml/semana
- d)  $\text{ZnSO}_4$  - 0,02% - 2 ml/semana +  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  - 1% - 50 ml/semana

O experimento teve a duração de 66 dias. As plântulas das duas espécies foram mantidas em casa de vegetação e a primeira dose de nutrientes foi adicionada no 10.º dia após a germinação.

## 3 - RESULTADOS

### 3.1. Crescimento das plântulas em solo de cerrado

O crescimento por alongação das plântulas de **S. adstringens** e **D. mollis** é representado graficamente nas figuras 1 e 2. Os resultados obtidos, evidenciando a rápida alongação das raízes em relação à parte aérea, vêm confirmar experimentalmente as observações efetuadas no campo por FERRI (1944), RAWITSCHER (1948) e RIZINI e HENRIGER (1962). Após 45 dias as raízes apresentam em média um comprimento superior a 30 cm, enquanto o caule permanece reduzido (5-7 cm).

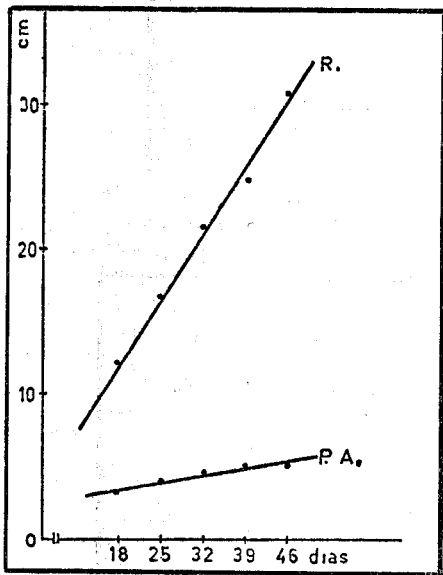


Fig. 1 - Regressão linear do crescimento por elongação das plântulas de *S. adstringens*. (P.A. = parte aérea; R = Raiz).

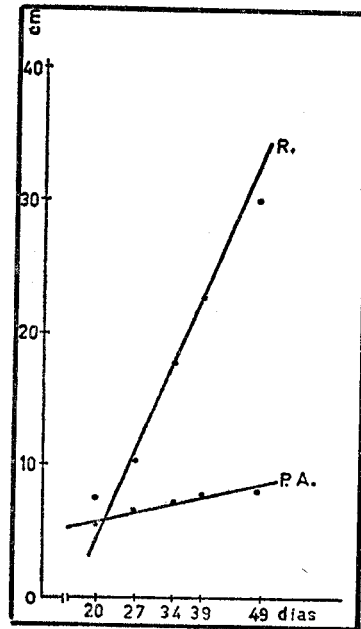


Fig. 2 - Regressão linear do crescimento por elongação das plântulas de *D. mollis* (P.A. = parte aérea; R = raiz).

Os pesos secos do caule e da raiz são representados graficamente em relação ao peso seco total das plântulas (Figs. 3 e 4). Verifica-se em ambas as espécies, mas de forma mais acentuada em *S. adstringens*, o aumento mais acentuado do peso da raiz em relação ao caule. Parece ser esta uma característica muito freqüente nas plantas do cerrado.

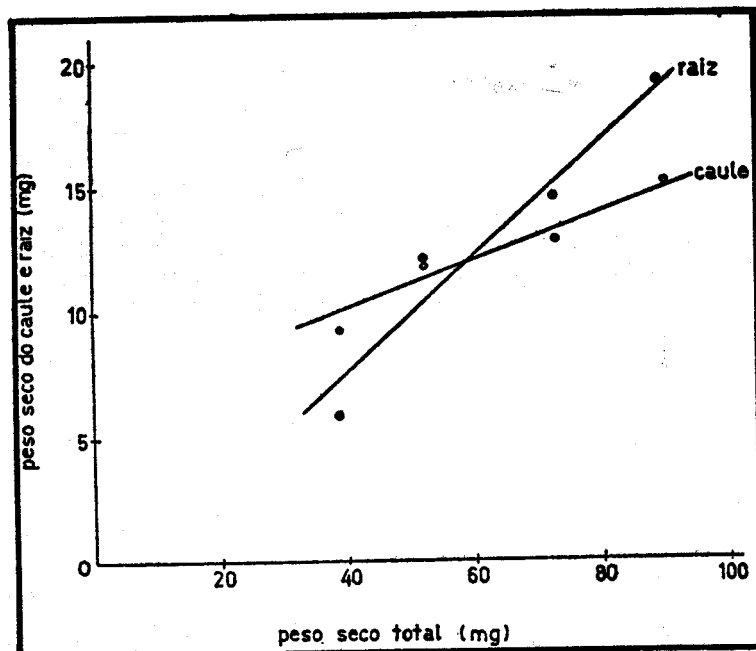


Fig. 3 - Aumento do peso seco do caule e da raiz das plântulas de *S. adstringens* em relação ao peso seco total.

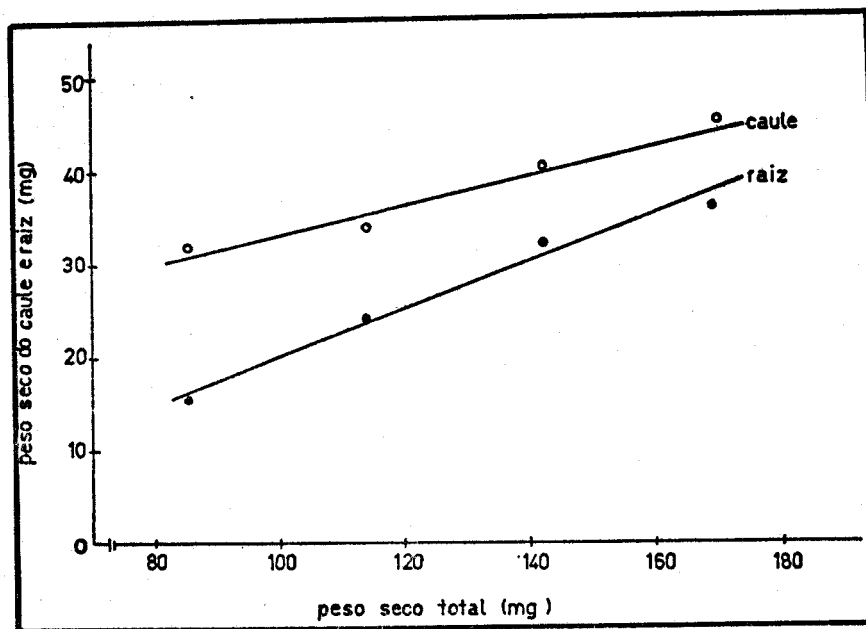


Fig. 4 - Aumento do peso seco do caule e da raiz das plântulas de *D. mollis* em relação ao peso seco total.

### 3.2. Efeito do Nitrogênio, Fósforo e Zinco sobre o crescimento das plântulas (Tabelas I e II)

#### 3.2.1. Elongação da parte aérea e radicular.

A elongação da raiz foi mais acentuada nas plântulas deixadas como controle. A adição de nitrogênio provocou uma ligeira inibição no alongamento da raiz, mas estimulou

a parte aérea sendo o efeito mais evidente no epicótilo. O zinco provocou um estímulo significativo na elongação da parte aérea, contudo o crescimento da raiz foi inibido por este elemento. O fósforo não agiu de forma evidente na parte aérea, mas inibiu a raiz.

### 3.2.2. Variação do peso seco.

A adição de nitrogênio aumentou de forma acentuada o peso da parte aérea, sendo este feito mais evidente na interação do nitrogênio com o zinco. Ao contrário, a adição do fósforo limitou o aumento do peso seco das plântulas de **S. adstringens**. O zinco causou apenas um leve incremento da parte aérea, todavia não significativo ao nível de 95%. Tudo indica que este elemento age de forma preponderante no crescimento por elongação, sendo pouco efetiva sua ação sobre o peso das plântulas.

Constata-se ainda de maneira geral que todos os elementos adicionados ao solo aumentaram a razão de crescimento Caule/Raiz, principalmente nas interações do zinco com o nitrogênio.

### 3.3 - Formação de nódulos de *Rhizobium* no sistema radicular.

Nas raízes das duas espécies foi verificado o aparecimento de nódulos de **Rhizobium** após o 30.º dia de crescimento. Os nódulos localizam-se geralmente nos primeiros 15 cm próximos à superfície do solo. Do ponto de vista fisiológico seria de interesse determinar o grau de eficiência que estas simbioses apresentam nas condições do cerrado.

**Tabela I** - Efeito do zinco, fósforo e nitrogênio sobre o crescimento das plântulas de **Stryphnodendron adstringens**, cultivada em solo de cerrado durante 60 dias (Média e erro padrão).

	Controle	Zinco	Fósforo	Nitrogênio	Zinco + Fósforo + Nitrogênio
Elongação do epicótilo (mm)	13,4±0,8	20,2±0,9	14,2±0,6	16,7±1,8	17,4±1,0
Intervalo de confiança 95%	±1,4	±1,7*	±1,2	±3,7	2±1*
Elongação do caule (mm)	34,9±1,1	44,3±1	37,5±1,3	39,5±1,2	44,5±1,6
Intervalo de confiança 95%	±2,2	±2,0*	±2,6	±2,4	±3,3*
Elongação da raiz (mm)	309,0±7,0	253,0±6,0	250,0±6,7	297,0±14,6	244,0±18,0
Intervalo de confiança 95%	±14,3	±12,2*	±13,7	±30,2	±37,8*
Peso seco da parte aérea (mg)	70,5±1,2	79,2±3,3	60,7±1,9	99,6±8,3	74,5±4,2
Intervalo de confiança 95%	±2,4	±6,7	±3,9*	±17,5*	±8,8
Peso seco da raiz (mg)	33,7±1,5	33,2±1,6	21,3±1,3	25,7±2,6	19,1±1,8
Intervalo de confiança 95%	±3,0	±3,2	±2,6*	±5,4	±3,8
Razão de elongação Caule/Raiz	0,11	0,17	0,15	0,12	0,18
Razão de peso seco parte aérea/Raiz	2,10	2,38	2,84	3,87	3,90

(\*) significativo no intervalo de confiança de 95%

**Tabela II** - Efeito do zinco, fósforo e nitrogênio sobre o crescimento das plântulas de *Dimorphandra mollis* cultivadas em solo de cerrado durante 66 dias. (Média e erro padrão)

	Controle	Fósforo	Nitrogênio	Zinco + Nitrogênio
Elongação do epicótilo (mm)	29,3±0,8	29,6±1,1	33,4±1,2	39,7±1,2
Intervalo de confiança 95%	±1,6	±2,3	±2,5	±2,5*
Elongação do caule (mm)	61,8±1,8	61,0±1,8	66,6±1,5	72,3±1,9
Intervalo de confiança 95%	±3,7	±3,7	±3,1	±4,0*
Elongação da raiz (mm)	302,6±13,0	243,5±12,0	263,6±18,0	233,6±18,0
Intervalo de confiança 95%	±27,0	±25,0*	±37,0	±38,0
Peso seco da parte aérea (mg)	89,7±7,6	95,3±5,3	127,1±5,5	148,1±7,0
Intervalo de confiança 95%	±15,9	±11,1	±11,5*	±14,7*
Peso seco da raiz (mg)	49,9±3,7	41,4±3,1	48,7±3,4	41,7±3,6
Intervalo de confiança 95%	±7,7	±6,5	±7,1	±7,6
Razão de alongação Caule/Raiz	0,20	0,25	0,25	0,31
Razão de peso seco parte aérea/Raiz	1,79	2,30	2,60	3,55

(\*) significativo no intervalo de confiança de 95%

#### 4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

RIZZINI e HERINGER (1962) atribuem às plantas do cerrado alguns padrões de comportamento inicial e incluem *S. adstringens* entre as espécies com rápido crescimento da raiz primária. Estes resultados confirmam experimentalmente e completam as observações efetuadas por aqueles botânicos, incluindo também *D. mollis* entre as espécies com rápido desenvolvimento radicular.

Verifica-se pelos gráficos das figuras 1 e 2 que as raízes das plântulas, no fim do experimento, atingiam uma profundidade média de 30 cm. Contudo, no último lote analisado, havia exemplares cujo comprimento radicular era superior a 40 cm. Isto sugere que no cerrado as raízes de algumas plântulas, as mais bem dotadas, poderiam atingir num período relativamente curto - durante a época das chuvas - uma profundidade de quase dois metros. Segundo CERVELINI e COL. (1972), nesta profundidade do solo, somente em condições excepcionais o teor de umidade poderia atingir níveis críticos para as plantas. Por outro lado, é provável também que estas espécies, além do rápido desenvolvimento radicular, tenham a capacidade de suportar um déficit hídrico acentuado restringindo a transpiração (HANDRO, 1969) ou utilizando mecanismos fisiológicos ainda desconhecidos.

A adição de nutrientes ao solo evidenciou que o ótimo nutricional destas plantas deve situar-se aquém do ótimo verificado em outras espécies.

Os elementos nutritivos provocaram fortes alterações no padrão de crescimento das plântulas, principalmente em relação ao desenvolvimento do sistema radicular. É possível que o zinco, agindo como catalizador na síntese do ácido indolilacético provoque um aumento do nível auxínico nos tecidos (NASON, 1950). Sabe-se que a auxina em dose «supra-ótima» inibe o crescimento da raiz, sendo esta muito sensível mesmo a concentrações muito baixas. (THIMANN, 1937).

O nitrogênio provocou o aumento da razão Caule/Raiz. É provável que no cerrado, em virtude da pobreza do solo, este elemento seja utilizado principalmente pelo sistema radicular das plantas. Estudos futuros poderão comprovar efetivamente a translocação deste

elemento na planta em função das condições nutricionais do solo e suas conseqüências na razão de crescimento Caule/Raiz.

O efeito resultante da adição do fósforo, talvez não esteja diretamente relacionado com a ação deste nutriente, mas com a interação entre o fósforo e algum outro elemento existente no solo ou nos tecidos das plantas. HEWITT (1963) observou que o fósforo agia negativamente quando adicionado à solução nutritiva onde o cálcio era mantido em baixas concentrações. O solo do cerrado apresenta geralmente baixos teores de cálcio. Considerando também que as espécies do cerrado são encontradas sobre solos ácidos e ricos em alumínio, é possível que o fósforo possa interagir com o alumínio provocando profundas alterações metabólicas nos tecidos das plantas. Ulteriores estudos mais específicos serão necessários para esclarecer este aspecto fisiológico.

Tudo indica que a pobreza do solo deve ser um fator determinante no padrão de crescimento destas plantas, provocando um maior desenvolvimento do sistema radicular. Seria este um importante caráter adaptativo em função das condições ecológicas que o cerrado apresenta.

Em vista dos resultados obtidos, o presente trabalho sugere que a possível utilização destas espécies em silvicultura deverá ser precedida por estudos mais detalhados referentes às necessidades nutricionais destas plantas.

A simples adubação baseada apenas nas fórmulas tradicionais, além de antiecológica, poderá seriamente prejudicar o desenvolvimento destas espécies.

## RESUMO

Foi estudado experimentalmente o crescimento das plântulas de duas espécies arbóreas do cerrado. Constatou-se que, 45 dias após a germinação, a raiz principalmente atingia uma profundidade superior a 30 cm, enquanto a parte aérea permanecia reduzida (5-7 cm).

As plântulas apresentaram ainda um padrão típico de crescimento quando eram adicionados nutrientes ao solo do cerrado. O zinco estimulou a elongação do epicótilo e inibiu o crescimento radicular. O nitrogênio incrementou o peso da parte aérea, mas não interferiu na elongação. O fósforo inibiu principalmente a elongação radicular. Os resultados são discutidos do ponto de vista fisiológico e ecológico.

## 5 - BIBLIOGRAFIA CITADA

ARENS. K. - 1958 - O cerrado como vegetação oligotrófica. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Botânica** (224): 57-77.

CERVELLINI. A.; REICHARDT. K.; SALATI. E. C. & ZUR. B. - 1972 - Preliminary studies on the water economy in «cerrados». **Boletim científico do CENA**. Piracicaba (8): 1-18.

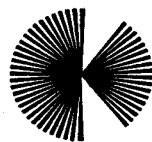
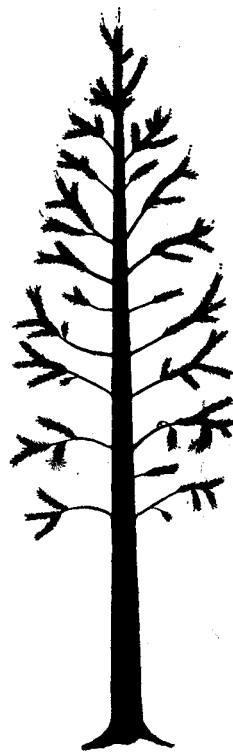
FERRI. M. G. -1944 - Transpiração das plantas permanentes dos cerrados. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Botânica** (4): 155-224.

- 1955 - Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga: estudo comparativo da economia d'água na sua vegetação. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** (12): 1-170.
- & COUTINHO, L. M. - 1958 - Contribuição da ecologia do cerrado. Estudo comparativo da economia d'água da sua vegetação em Emas (SP), Campo Grande (MG) e Goiânia (GO). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** 15: 103-30.
- HANDRO, W. - 1969 - Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de **Andira humilis** Mart. Ex. Benth. (Leguminosae Lotoideae). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** (27): 1-189.
- HEWITT, E. S. - 1963 - The essential nutrient elements: requirements and interactions in plants. In: STEWARD, F. C. - **Plant Physiology: inorganic nutrition of plants**. New York, Academic Press. 3(2):137-360.
- KRAMER, P. S. & KOZLOWSKI, T. T. - 1960 - **Physiology of trees**. New York, McGraw-Hill.
- NASON, A. -1950- Effect of zinc deficiency in the synthesis of tryptofane by **Neurospora** extracts. **Science**, 112:111.
- RACHID, M. -1947 - Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação dos campos cerrados de Emas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** (80): 1-135.
- RAWITSCHER, F. -1948 - The water economy of the vegetation of the campos cerrados in southern Brazil. **Journal of Ecology**, **36** (2): 259.
- RIZZINI, C. T. & HERINGER, E. P. - 1962 - Studies on the underground organs of trees and shrubs from some southern brazilian savannas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **34** (2): 235-47.
- SWAN, H. S. D. - 1960 - **The mineral nutrition of canadian pulp wood species I**. The influence of nitrogen phosphorus, potassium and magnesium deficiencies on the growth and development of white spruce, black spruce, jack pine and western hemlock seedlings grown in a controlled environment. Montreal, Pulp and Paper Research Inst. Tech. Rept. (Woodlands research index, 116).
- THIMANN, K. V. - 1937 - On the nature of inhibitions caused by auxins. **American Journal of Botany**, **24**: 407-12.

# SEMENTES SELECIONADAS!

PINUS taeda e PINUS elliottii

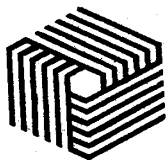
A BASE DE UM  
REFLORESTAMENTO  
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal  
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Lagoa, Monte Alegre, Estado do Paraná  
Aceita-se pedidos através dos escritórios:  
Rio - Gb: Av. Rio Branco, 81 - 11º Andar - Caixa Postal, 1622 - tel. 223-5870  
São Paulo: Rua Formosa, 367 - 18º Andar - Caixa Postal, 524 - tel. 37-7101/239-1774  
Curitiba: Rua 15 de Novembro, 556 - 3º Andar - tel. 22-5373/23-5399

**RIGESA** - AUTORIDADE EM EMBALAGENS



"A INTEGRAÇÃO CONTÍNUA DA PRODUÇÃO  
PARA CRESCER COM HARMONIA E SE INTEGRAR  
HARMONICAMENTE NO DESENVOLVIMENTO  
INDUSTRIAL DO PAÍS"

REFLORESTAMENTO  
COM CONÍFERAS

— SANTA CATARINA  
PARANA

FÁBRICAS  
TRÊS BARRAS, SC

— CELULOSE KRAFT (PINHO)  
PAPEL CAPA E KRAFT

FÁBRICAS  
VALINHOS, SP

— CELULOSE (BAGAÇO DE CANA)  
PAPEL MIOLO  
PAPELÃO ONDULADO E CAIXAS  
SACOS MULTIFOLHADOS  
FITAS GOMADAS

# Comp. Agrícola e Industrial CÍCERO PRADO

## PAPÉIS — CELULOSE

Papéis: Cristalite — Granado — Flor Post — Sêda  
Kraft — Monolúcido

Cartolinas: Duplex Cromo — Draft para Lixa

## PAPÉIS ESPECIAIS PARA CARTONAGENS CELULOSE DE EUCALIPTO

### S E D E:

AVENIDA RIO BRANCO, 1675 — SÃO PAULO  
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: «CICERPRADO»  
CAIXA POSTAL, 7727

### F Á B R I C A :

FAZENDA CORUPUTUBA — PINDAMONHANGABA  
TELEFONES: 2641 — 2642 — 2643 — EST. S. PAULO