

RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E
MORFOLÓGICA DO SOLO E CRESCIMENTO DE *Araucaria*
angustifolia (Bert.) O. Ktze., EM PASSO FUNDO, RS

Carmeli Antonia Cassol e Ari Zago

Departamento de Solos. Centro de Ciências Rurais. UFSM. Santa Maria, RS.

RESUMO

O presente estudo descreve as relações entre características físicas e morfológica do solo e o crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., em três tipos de solos na Floresta Nacional de Passo Fundo, RS.

As amostras dos solos foram coletadas na profundidade de 0 - 20 cm, em parcelas quadradas de 400 m² demarcadas ao acaso.

O procedimento para avaliação do crescimento de *Araucaria angustifolia* com as características dos solos, foi através de correlação simples linear. As características dos solos, nas condições deste estudo, que mostraram relação significativa com as variáveis de crescimento foram: estrutura, teor de silte, teor de argila e espessura do horizonte A.

SUMMARY

CASSOL, C.A., and ZAGO, A., 1983. Relationships between physical and morphological soil characteristics and growth of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., in Passo Fundo, RS. *Ciência e Natura*, 5: 87-94.

This study investigates the relationships between physical and morphological soil characteristics and growth of *Araucaria angustifolia* in three types of Passo Fundo, RS National Forest Soils.

Soil samples were collected at 0 - 20 cm deep, in randomly chosen 400 m² area square plots.

Relationships between growth of *Araucaria angustifolia* and soil characteristics were evaluated by means of a simple linear correlation. The soil characteristics that significantly correlated with growth variables were: structure, silt and clay content, and A horizon thickness.

INTRODUÇÃO

As condições ecológicas para implantação de povoamentos de *Araucaria angustifolia* dependem em grande parte das exigências da espécie referentes ao solo. Essas exigências podem ter relações características físicas e morfológicas do solo.

DE HOOGH (4), DE HOOGH & DIETRICH (5) e HOPPE (8) refe

rem-se à estrutura do solo como uma característica influente no crescimento de *Araucaria angustifolia*. DE HOOGH (4) diz que estrutura moderada a forte, granular ou blocos subangulares são favoráveis ao crescimento de *Araucaria angustifolia*, porém, estrutura em blocos angulares e prismática estão associadas a más condições para o crescimento.

LASSERE *et alii* (10) estudando o crescimento de *Araucaria angustifolia* em solos hidromórfos, dizem que as raízes não atravessam o horizonte B_{21t}, limitando-se desta forma aos 42 cm de solo. Para BLUM (3) o sistema radicular desta espécie, não tolera más propriedades físicas do solo, principalmente, horizontes compactados, porosidade limitada, horizonte com água estagnada ou lençóis freáticos próximos à superfície do solo e impedimentos mecânicos. Estas características prejudicam o crescimento radicular.

DE HOOGH & DIETRICH (5) lançaram a hipótese de que o lento crescimento de *Araucaria angustifolia* poderia ser atribuída à porosidade, permeabilidade e capacidade de retenção de água no solo. HOPPE (8) obteve correlação positiva entre a porosidade total e a altura dominante até a profundidade de 30 cm e de HOOGH (4), para a camada de 50 - 100 cm com o índice de sítio de *Araucaria angustifolia*.

HOPPE (8) obteve correlação negativa entre a altura dominante de *Araucaria angustifolia* e o teor de silte. DE HOOGH & DIETRICH (5) encontraram correlação negativa entre o crescimento de *Araucaria angustifolia* e a percentagem de argila do horizonte B.

BLUM (3), DE HOOGH (4), DE HOOGH & DIETRICH (5) e VAN GOOR (12) afirmam que *Araucaria angustifolia* é muito exigente em relação à profundidade do solo. Considera VAN GOOR (12) que um mínimo de 70 a 100 cm é necessário para um bom crescimento.

LASSERE *et alii* (10) estudando o crescimento de *Araucaria angustifolia* em diferentes solos em Piray-Misiones, relatam que, entre outros fatores que ocasionam a diferença de produtividade, podem ser atribuídas à profundidade do solo influenciando na expansão do sistema radicular. Isto foi confirmado por DE HOOGH & DIETRICH (5) obtendo correlação positiva entre a profundidade do solo, bem como, a espessura do horizonte A com o índice de sítio de *Araucaria angustifolia*. Considera DE HOOGH (4) que a espessura do horizonte A poderá ser aproximadamente de 50 cm.

Considerando-se que a *Araucaria angustifolia* desenvolve um sistema radicular, que pode alcançar aproximadamente 4 m de profundidade em solos profundos, porém, em solos litólicos e hidromórficos, conforme ANDRAE & KRAPPENBAUER (1) desenvolve uma raiz fasciculada, de crescimento horizontal. Esta espécie necessita de solos bem arejados uma vez que é sensível à deficiência de oxigênio.

De maneira geral, os fatores do ambiente que afetam a distribuição das raízes, bem como, a nutrição e hábitos próprios das diferentes espécies, assumem grande importância e, de acordo com o exposto, muitos estudos necessitam ser realizados para o reflorestamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos foram classificados como: Latosol Roxo Húmico alíco textura argilosa, Solo Litólico Eutrófico textura franca e Gley Pouco Húmico Eutrófico textura argilosa. As amostras foram coletadas em parcelas quadradas de 400 m² na profundidade de 0 - 20 cm. As características físicas foram determinadas conforme as metodologias a seguir relacionadas: distribuição do tamanho de agregados estáveis em água, pelo método descrito em KEMPER & CHEPIL (9); densidade do solo, segundo BLAKE (2); densidade de partícula, descrito em EMBRAPA (6); porosidade total, calculada pela fórmula: $Pt = (1-ds/dp) \times 100$; microporosidade, conforme técnica descrita por OLIVEIRA (11); macroporosidade, calculada pela diferença entre porosidade total e microporosidade; análise granulométrica, pelo método da pipeta, descrito em EMBRAPA (6).

Foram medidas altura total das árvores com o hipsômetro Blume-Leiss e o diâmetro a altura do peito com a suta, em parcelas quadradas de 400 m² nas repetições dos solos. O volume total foi calculado pela fórmula: $Vt = h \times g \times f$. O fator de forma calculado foi igual a 0,57.

Os dados obtidos em percentagem foram transformados em variáveis contínuas, conforme a recomendação de FREESE (7) e, posteriormente, analisados utilizando-se correlação simples linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela I, encontrou-se os resultados do levantamento dendrométrico do povoamento de *Araucaria angustifolia* nos diferentes solos, de acordo com as medições efetuadas em fevereiro de 1981.

TABELA I. VALORES MÉDIOS DE ALTURA MÉDIA (\bar{h}) E ALTURA DOMINANTE (H_o)*, DIÂMETRO MÉDIO (\bar{d}) E DIÂMETRO DOMINANTE (d_{dom}), VOLUME TOTAL (Vt) E INCREMENTO MÉDIO ANUAL (IMA) DE *Araucaria angustifolia* NOS SOLOS ESTUDADOS (FEVEREIRO, 1981).

Solos**	\bar{h} (m)	H_o * (m)	\bar{d} (cm)	d_{dom} (cm)	Vt (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha)
LR	16,90	19,27	24,23	34,67	416,67	16,67
Re	10,73	12,80	16,23	23,63	156,56	6,26
HGP	9,33	12,30	14,23	22,03	87,67	3,51

* Definida pela média aritmética de 100 árvores de maior diâmetro por hectare.

** LR- Latosol Roxo, Re- Solo Litólico Eutrófico, HGP- Gley Pouco Húmico.

As características físicas e morfológica dos solos estudados, encontram-se nas Tabelas II, III e IV.

TABELA II. TAMANHO DE AGREGADOS ESTÁVEIS EM ÁGUA DOS SOLOS ESTUDADOS, PARA A PROFUNDIDADE DE 0 - 20 CM.

Solos*	Tamanho de agregados**				
	>4,76mm	<4,76 >2mm	<2>1mm	<1>0,21mm	<0,21mm
 %				
LR	88,00	3,76	3,00	3,33	2,00
Re	95,33	1,00	1,00	1,00	1,67
HGP	96,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* LR - Latosol Roxo, Re- Solo Litólico Eutrófico, HGP- Gley Pouco Húmico.

** Médias.

TABELA III. DENSIDADE DO SOLO E DE PARTÍCULA, POROSIDADE TOTAL, MACRO E MICROPOROSIDADE DOS SOLOS ESTUDADOS, PARA A PROFUNDIDADE DE 0 - 20 CM.

Solos*	Densidade**		Porosidade**		
	Solo	Partícula	Total	Macro	Micro
	... g.cm ⁻³ %		
LR	0,96	2,50	61,57	21,17	40,40
Re	1,04	2,50	58,33	22,10	36,23
HGP	0,84	2,24	62,50	10,30	52,20

* LR- Latosol Roxo, Re- Solo Litólico Eutrófico, HGP- Gley Pouco Húmico.

** Médias.

TABELA IV. TAMANHO DE PARTÍCULAS DOS SOLOS ESTUDADOS PARA A PROFUNDIDADE DE 0 - 20 CM E, ESPESSURA DO HORIZONTE A.

Solos*	Areia grossa**	Areia fina**	Silte**	Argila**	Espessura do Horizonte A**
 %				
LR	5,34	8,33	23,33	63,00	45,67
Re	16,00	17,66	35,67	30,67	20,00
HGP	3,67	9,33	41,33	45,67	16,00

* LR - Latosol Roxo, Re- Solo Litólico Eutrófico, HGP - Gley Pouco Húmico.

** Médias.

TABELA V. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIMPLES LINEAR ENTRE AS VARIÁVEIS DO CRESCIMENTO DE *Araucaria angustifolia* E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOLÓGICA DOS SOLOS ESTUDADOS, PARA A PROFUNDIDADE DE 0 - 20 CM.

	\bar{n}	\bar{d}	Ho	ddom	Vt	IMA
Tamanho de agregados						
>4,76 mm	-0,941**	-0,923**	-0,925**	-0,952**	-0,900**	-0,900**
<4,76>2 mm	0,966**	0,929**	0,973**	0,965**	0,944**	0,944**
<2>1 mm	0,792**	0,802**	0,764*	0,816**	0,724*	0,724*
<1>0,21 mm	0,925**	0,907**	0,917**	0,936**	0,883**	0,883**
<0,21 mm	0,711*	0,690*	0,662	0,716*	0,703*	0,703*
Densidade do solo	0,214	0,228	0,141	0,192	0,279	0,279
Densidade de partícula	0,580	0,568	0,236	0,515	0,603	0,603
Porosidade total	0,141	0,100	0,176	0,114	0,055	0,055
Macroporosidade	0,588	0,568	0,492	0,517	0,579	0,587
Microporosidade	-0,411	-0,410	-0,321	-0,359	-0,435	-0,435
Areia grossa	-	-	-0,141	-0,095	-	-
Areia fina	-0,100	-0,070	-0,219	-0,167	-0,084	-0,084
Silte	-0,899**	-0,811**	-0,904**	-0,893**	-0,962**	-0,962**
Argila	0,701*	0,611	0,806**	0,762*	0,731*	0,731*
Espessura do horizonte A	0,987**	0,957**	0,971**	0,968**	0,948**	0,948**

* Significância ao nível de 5 %.

** Significância ao nível de 1 %.

Pelos resultados apresentados na Tabela V, o melhor crescimento de *Araucaria angustifolia* estão associados ao tamanho ou agregados entre 4,76 - 2,00 mm. A análise individual dos solos mostra (Tabela I), que este crescimento foi verificado no LR. Provavelmente, pelo fato dos latossolos apresentarem estrutura predominante do tipo granular e com tamanhos pequenos, as raízes encontram maior capacidade de penetração. DE HOOGH (4) menciona que este tipo de estrutura é favorável ao crescimento de *Araucaria angustifolia*.

As densidades do solo e de partícula, porosidade total, macro e microporosidade não mostraram correlação com as variáveis do crescimento de *Araucaria angustifolia* (Tabela V).

A macroporosidade (Tabela III) no HGP foi de 10,30 %, sendo cerca de 50 % inferior aos valores obtidos nos solos LR e Re. Isto caracteriza aeração deficiente em HGP, podendo restringir o oxigênio para as raízes.

O solo HGP situa-se na parte inferior da elevação sendo mal drenado, influenciado pelo lençol freático próximo à superfície durante considerável parte do ano. Esta condição associada à baixa macroporosidade, explica, em grande parte o menor crescimento de *Araucaria angustifolia* verificado no HGP. ANDRAE & KRAPPENBAUER (1) e BLUM (3), citam que esta espécie não tolera más condições físicas do solo.

As frações granulométricas, especialmente, areia grossa e fina, não mostraram correlação com as variáveis do crescimento de *Araucaria angustifolia* (Tabela V).

O teor de silte e de argila do solo, no presente estudo, mostraram correlação com as variáveis do crescimento de *Araucaria angustifolia* (Tabela V). O resultado obtido para o teor de silte com o apresentado por HOPPE (8).

Entretanto, a análise destas correlações requer muito cuidado, pois as características destas frações, expressam-se como fonte de nutrientes para as plantas e influenciam na porosidade e arranjo estrutural das partículas, afetando as condições de umidade e lixiviação de nutrientes no solo.

A espessura do horizonte A correlacionou-se positivamente com as variáveis do crescimento de *Araucaria angustifolia* (Tabela V). DE HOOGH & DIETRICH (5) obtiveram relação idêntica com o índice de sítio.

A profundidade do solo foi reportada na literatura como fator do solo mais importante para o bom crescimento de *Araucaria angustifolia*, BLUM (3), DE HOOGH & DIETRICH (5), LASSERE *et alii* (10) e VAN GOOR (12).

O LR, por apresentar maior espessura do horizonte A e ser mais profundo, com boas condições físicas, possibilita a utilização de uma maior área para a penetração de raízes. Nestas condições a *Araucaria angustifolia* pode desenvolver uma raiz pivotante que atinge até 4 m de profundidade.

No Re, a ocorrência de pedras atuando como um impedimento mecânico ao crescimento e expansão lateral das raízes, retardam o crescimento e acarretam, como consequência, uma redução na produtividade (Tabela I). Associado à pouca profundidade do solo e outras características físicas adversas, apresenta pequeno armazenamento de água. Desta maneira, provavelmente, as plantas em períodos desfavoráveis não tenham possibilidade de se nutrirem adequadamente. ANDRAE & KRAPPENBAUER (1) e BLUM (3) referiram-se a estas condições do solo.

No HGP, a pouca espessura do horizonte A, associada a drenagem imperfeita, falta de ar e a influência do nível freático, podem limitar o crescimento e, conseqüentemente, a produtividade de *Araucaria angustifolia*. Além disso, a drenagem imperfeita do solo e a oscilação do nível freático propiciam condições de oxidação-redução de minerais de ferro e manganês. Estas formas quando reduzidas, normalmente, são as mais solúveis e, portanto, podem se elevar a níveis tóxicos para as plantas. Por estas condições, pode ocorrer inibição no crescimento do sistema radicular, considerando-se que esta espécie desenvolve uma raiz muito sensível como relatam ANDRAE & KRAPPENBAUER (1), BLUM (3) e LASSERE *et alii* (10).

A espessura do horizonte A caracterizou-se como a variável

mais significativa no crescimento e produtividade de *Araucaria angustifolia*. Isto pode ser constatado pela Tabela V, onde 97,1% e 94,8% da variação em altura dominante e volume total, respectivamente, pode ser explicada por estas características. Possivelmente, a espessura deste horizonte, bem como, a profundidade do solo, associada à favorável porosidade total e bem distribuídas macro e micro porosidade, permitem uma melhor retenção de água e suprimento de ar. Além disso, uma boa estrutura e consistência friável favorecem as condições de penetração de raízes, bem como suas projeções laterais. DE HOOGH (4) referiu-se a estas características como importantes no crescimento desta espécie.

Assim, o LR de uma maneira geral, apresenta-se com boa permeabilidade de ar e água, portanto, boa drenagem interna e aeração do perfil. Estas condições favorecem o ambiente para o crescimento radicular, resultando desta forma melhor crescimento e, conseqüentemente, maior produtividade de *Araucaria angustifolia* (Tabela I), minimizando os efeitos da possível deficiência de nutrientes que este solo apresenta em comparação aos parâmetros estabelecidos para os outros solos estudados.

CONCLUSÕES

Após análise dos resultados, para as condições deste estudo, chegou-se às seguintes conclusões:

1. A espessura do horizonte A mostrou-se a variável do solo mais importante e, pode ser considerada limitante ao crescimento e produtividade de *Araucaria angustifolia*.

2. A limitação do crescimento e produtividade de *Araucaria angustifolia* pode ser atribuída à profundidade do solo, drenagem do solo, aeração e impedimentos mecânicos para o crescimento do sistema radicular.

LITERATURA CITADA

1. ANDRAE, F.H. & KRAPPENBAUER, A. - Inventur einer 17 jährigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. *Centralbl. für das Gesamte Forstwesen*, 93 (4):203-30, 1976.
2. BLAKE, G.R. - Bulk density. In: BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1, Cap 30, p. 374-91. (Agronomy, 9).
3. BLUM, W.E.H. - Ecologia da *Araucaria angustifolia* e futuras considerações de reflorestamento no Sul do Brasil. *Brasil Madeira*, Curitiba, (7): 10-12, 1977.
4. DE HOOGH, R.J. - Site - nutrition - growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in Southern Brasil.

- Freiburg. 161 p. Tese Ph. D. 1981.
5. _____ & DIETRICH, A.B. - Avaliação de sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em povoamentos artificiais. *Bra sil Florestal*, Brasília, (37): 19-71, 1979.
 6. EMBRAPA. - *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura. Serviço de Levantamento e Conservação de solos. 1979.
 7. FREESE, F. - *Metodos estadisticos elementales para tecnicos forestales*. México/Buenos Aires. Centro Regional de Ayuda. Agência para el desarrollo Internacional (AID). 1970. 105 p.
 8. HOPPE, J.M. - *Relações entre dados analíticos do solo, análise foliar e dados de incremento de Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., na FLONA de Passo Fundo, RS. Curitiba. 90 p. *Dissertação (Mestr. Eng.ª Ftal.)*. UFPR, Curitiba, 1980.
 9. KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. - Size distribution of aggregation. In: BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis*. Madison, American Society of Agronomy. 1965. Part 1, Cap 39, p. 499-510. (*Agronomy*, 9).
 10. LASSERE, S.R., VAIRETTI, M. & LASSERE, E.N.E. - Crecimiento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze, en distintos tipos de suelos de Piray, Misiones. *IDIA*, (7):36-45, 1972. *Suplemento Forestal*.
 11. OLIVEIRA, L.B. - Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão, em amostras de solo com estrutura indeformada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Rio de Janeiro, (3):197-200, 1968.
 12. VAN GOOR, C.P. - Classificação da capacidade da terra em relação ao reflorestamento com *Pinus elliottii* Eng. var. *elliotti* e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, (4):349-66, 1965/66.

Recebido em maio, 1983; aceito em agosto, 1983.