

# RECOMENDAÇÃO DE SOLOS PARA *Araucaria angustifolia* COM BASE NAS SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

Helton Damin da Silva<sup>1</sup>  
Antonio F. Jurado Bellote<sup>2</sup>  
Carlos Alberto Ferreira<sup>3</sup>  
Itamar Antonio Bognola<sup>4</sup>

## RESUMO

A *Araucaria angustifolia*, o pinheiro do Paraná, é uma espécie nativa que foi intensamente explorada na região sul do Brasil. Apesar da boa alta qualidade da sua madeira a área reflorestada com a espécie é relativamente pequena e são poucos os reflorestamentos com a espécie. Além da preferência da araucária por solos de alta fertilidade, pode-se atribuir à falta de informações silviculturais específicas para cada sítio, o desinteresse pelo plantio e a pequena área reflorestada com a espécie. A *A. angustifolia* ocorre sobre diversos tipos de solos, desde os menos férteis, como os derivados de arenitos, como exemplo a região dos Campos Gerais, até os mais férteis, derivados de basalto, no sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina. Este trabalho, teve como objetivo a seleção de solos aptos ao reflorestamento da *A. angustifolia*, tomando como base as exigências da espécie com relação às características físicas e químicas do solo. Para tanto, reuniu-se informações sobre o seu comportamento silvicultural e produtividade em diferentes classes de solos. O resultado, foi uma proposta de uso do solo para plantios com araucaria, considerando o potencial produtivo dos solos, a saber: 1) Solos com alto potencial produtivo, envolvendo os LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, variações LRd3, LRd4, LRd5, LRd6, LRd7, LRa1, LRa2, LRa3 e LRa6, e NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos, variações TRe5 e TRe6; 2) Solos com médio potencial produtivo, envolvendo os NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, variações TRd1, TRd2, TRd3 e TRd5, e os NITOSSOLOS HÁPLICOS Distroféricos ou Eutroféricos, variações TBd1, TBd2, TBe1 e TBe2; 3) Solos com baixo potencial produtivo, envolvendo os NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, nas variações Re5, Re7 e Re11; e 4) Solos sem aptidão para *Araucaria angustifolia*, como os GLEISSOLOS HÁPLICOS (HG1).

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Mestre, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

# SOILS RECOMMENDS FOR *Araucaria angustifolia* BASED ON SOIL CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

## ABSTRACT

*Araucaria angustifolia*, known as Paraná pine, is native species that was intensively explored in southern Brazil. Besides its high quality wood, very few areas are being planted with this species. Possible reasons for this lack of interest on this species are that it requires soils of high fertility and there is little information about its management. This species can be found on different soil types, since those less fertile soils derived from sandstone, occurring on highland region of Paraná state, to those more fertile soils derived from basalt, on the southwest part of Paraná state and on western part of Santa Catarina state. This work had as objective to select soils better adapted to grow *A. angustifolia*, based on the soil chemical and physical characteristics required by this species. It was gathered some data about productivity and silviculture for different soils, resulting in a soil classification, considering the potential yield of soils for *A. angustifolia*, as follows: 1. Soils highly productive – LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, with the following variations – LRd3, LRd4, LRd5, LRd6, LRd7, LRa1, LRa2, LRa3 e LRa6, and NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos – Tre5 e Tre6; 2. Soils medium productive – NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos – TRd1, TRd2, TRd3 e TRd5, and NITOSSOLOS HÁPLICOS Distroféricos and Eutroféricos – TBd1, TBd2, TBe1 and TBe2; 3. Soils low productive – NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutroficos – Re5, Re7 e Re11; and 4. Soils not recommended for *A. angustifolia* are specially the GLEISSOLOS HÁPLICOS (HG1).

## 1. INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia*, o pinheiro do Paraná, é uma espécie nativa que foi intensamente explorada, ao ponto de exaustão de suas reservas naturais no final da década de 80. Segundo Maack, (1968) suas reservas nativas, que em 1968 eram estimadas em 21,6% da área do Estado de São Paulo, 36,67% do Estado do Paraná, 60,13% do Estado de Santa Catarina e 17,38% do Estado do Rio Grande do Sul, foram reduzidas até 1980, a 4,3%; 3,2% e 1,4%, respectivamente das áreas dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Machado & Siqueira, 1980).

Apesar da boa qualidade da sua madeira é relativamente pequena a área reflorestada com a espécie. Até 1978, haviam sido plantados 58.000 ha, na região sul, ou seja 2,5% da área total reflorestada com outras espécies. Os reflorestamentos foram insatisfatórios tanto em quantidade como em qualidade. Uma possível explicação para a pequena área reflorestada reside também na falta de conhecimento das exigências silviculturais da araucária, principalmente das técnicas de plantio que favoreçam o desenvolvimento das nascediças no campo. Goor (1965), destacou ainda que a seleção inadequada dos locais a serem reflorestados diminuiu o interesse pela espécie, principalmente pelos maus resultados obtidos.

A evolução da silvicultura permitiu dominar-se as técnicas de produção de mudas e de plantio, no entanto a seleção do sítio continua inadequada, pois são destinadas, para o reflorestamento, áreas marginais na maioria das situações. As araucárias, segundo Hoogh (1981) e Hoogh & Blum (1981), são exigentes em qualidade de sítio. Destacam ainda que os elevados custos iniciais devem-se ao crescimento inicial lento, que está relacionado com a má escolha do sítio e práticas culturais inadequadas.

Este trabalho, tem como objetivo indicar ou recomendar solos aptos ao reflorestamento com *Araucaria angustifolia*, com base nas características físicas e químicas e biológicas, que satisfaçam às exigências da espécie.

## 2. ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO

A área de ocorrência natural da araucária localiza-se entre os paralelos 19°30´ e 31°30´ de latitude sul e entre os meridianos 41°30´ e 54°30´ de longitude oeste; sendo as maiores concentrações nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Golfari, 1971 e 1974).

As áreas de distribuição natural apresentam apreciável diversificação quanto à geologia, geomorfologia e solos regionais (Oliveira, 1948), o que favorece o aparecimento de pinheirais em diferentes associações florísticas, desde formações puras, até capões nas áreas de campo (Oliveira, 1948; Maack, 1968 e Golfari, 1971 e 1974). A vegetação da Mata de Pinheiro não constitui uma formação homogênea e contínua, e sim, formações vegetais com múltiplas associações e grupamentos que variam de acordo com o estágio de sucessão (Klein, 1960).

Os tipos climáticos predominantes na região de ocorrência da araucária são ao sul Cfb e ao norte Cwb, segundo a classificação climática de Köppen. A *Araucaria angustifolia* ocorre em regiões com temperaturas médias anuais variando de 12°C a 18°C, suportando geadas de até -10°C, caracterizando-se portanto como uma espécie de clima temperado. Ocorrendo predominantemente em clima sub-tropical úmido, sem estação seca, com verões quentes ou frescos. A precipitação pluviométrica média anual oscila entre 1.500 e 1.700 mm, podendo superar os 2.000 mm próximo às Serras do Mar e Geral. A umidade relativa média anual está próxima de 80% (Klein, 1960). A altitude, situa-se entre 220 e 2.000 m, no entanto, segundo Maack (1968), no Paraná, a araucária só ocorre a partir de 500 m.

A *Araucaria angustifolia*, é uma espécie que tem algumas características de espécies pioneiras, pois apresenta regeneração natural na floresta onde ocorre, podendo com frequência ocupar áreas de campo (Gurgel Filho, 1980; Rizzini, 1976 e Hueck, 1953). No entanto, segundo Soares (1979), ela não possui características fundamentais das pioneiras, como por exemplo, a mobilidade, tamanho e peso pequeno das sementes, poder germinativo e forma de disseminação, pois as sementes da araucária são grandes, pesadas e com poder germinativo curto.

### 3. VARIÁVEIS EDÁFICAS E SUAS INFLUÊNCIAS NO CRESCIMENTO DA ARAUCÁRIA

#### 3.1. Propriedades físicas do solo

Apesar de ocorrer em diversos tipos de solos, a *Araucaria angustifolia*, tem se mostrado uma espécie exigente quanto à fertilidade do solo.

O tipo e a espessura do horizonte A, são significativamente correlacionados com o crescimento das árvores. A influência da maior espessura do horizonte A no desenvolvimento do pinheiro foi relatada por Reissmann et al. (1987), que constataram ser o crescimento afetado significativamente pela profundidade do horizonte A. O maior teor de matéria orgânica e a maior atividade biológica, diretamente relacionados com a quantidade de nutrientes disponíveis no solo, também aumentam o desenvolvimento da araucária (Hoogh & Dietrich, 1979). Segundo os mesmos autores, existe relação positiva entre a espessura do horizonte A e o índice de sítio, sendo os melhores sítios, para a araucária, aqueles que anteriormente encontravam-se cobertos por florestas nativas.

As características do solo como: porosidade de aeração e macroporosidade são consideradas como limitantes ao crescimento da araucária. Blum (1980) atribuiu 37% do incremento total à porosidade total e ao conteúdo de água no solo. Atribui-se a capacidade produtiva de um solo a qualidade e quantidade do volume de solo disponível ao desenvolvimento do sistema radicular, incluindo como fatores importantes a textura, distribuição do espaço poroso e a capacidade de retenção de água. Fernandez (1989), observou que a capacidade de retenção de água a 15 e 0,33 atmosferas, a porosidade total e a porosidade de aeração apresentaram correlações positivas para todos os volumes edáficos.

Os resultados obtidos referentes aos teores de silte e argila do solo, e sua influência no desenvolvimento da araucária, são contraditórios. Há influência positiva, segundo Fernandez, (1989) e negativa para Hoogh & Dietrich, (1979).

A profundidade é um dos fatores mais importantes para o bom desenvolvimento da araucária, segundo Vliet (1958) pois a espécie apresenta raiz pivotante e baixa adaptabilidade a solos rasos. A maior profundidade dos solos, como característica benéfica ao desenvolvimento da araucária, também é destacada por Goor (1965); Golfari & Barret (1967); La Bastide & Goor (1970); Golfari (1970 e 1971); Lasserre et al. (1972); Blum (1977) e Fernandez (1989). A necessidade de solos profundos, bem estruturados, estaria associada à exigência da *Araucaria angustifolia* a altos níveis de retenção de umidade no solo (Andrae, (1976), Golfari & Barret (1967), Golfari (1970) e Lasserre et al. (1972)).

A profundidade do solo é mais importante do que suas características químicas, pois foram observados maiores crescimentos, em volume, associados a uma maior sobrevivência, quando a araucária encontrava-se em solos profundos (média de 20 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>), em comparação a crescimentos em solos pedregosos (16,6 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>) e solos rasos (média de 12,2 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>) Lasserre et al. (1972). No entanto, para Golfari (1970),

os maiores taxas de crescimento estão relacionados à maior capacidade de retenção de água dos solos.

### 3.2 Propriedades químicas dos solos

O pinheiro do Paraná no ciclo climático atual, comporta-se como uma espécie pioneira heliófita alterando seu desenvolvimento em função das propriedades químicas do solo, sejam estas favoráveis ou não, ao desenvolvimento da espécie (Klein, 1980). Correlações positivas entre as propriedades químicas do solo, tais como: pH, bases trocáveis, conteúdo total de N, P e B com o melhor crescimento da araucária são relatadas por vários autores (Heinsdijk & Soares, 1962; Goor, 1965; La Bastide & Goor, 1970 e Golfari et al. 1978). A maior dependência seria em relação aos níveis de N, seguido de P, Ca, Cu e B no solo, segundo Blum, (1980). A ação dos microorganismos através da decomposição da serapilheira, associações micorrízicas e aceleração da ciclagem de nutrientes também auxilia no aumento da oferta de nutrientes para a araucária.

A qualidade do sítio expressa pelo crescimento em altura da araucária é correlacionada positivamente com os teores de  $P_2O_5$  total, N total, K, Ca + Mg trocáveis, soma das bases e saturação com alumínio no complexo de absorção do solo. Goor (1965) destaca ainda como fator determinante do crescimento, em solos ácidos, a quantidade de Ca e Mg. Hoogh & Dietrich (1979) apontam também a percentagem de saturação por bases como a variável química do solo mais importante para *Araucaria angustifolia*, lembrando que esta variável está diretamente ligada ao conteúdo de Ca e Mg trocáveis no solo. A importância dos níveis de Ca e Mg no solo para maior produtividade da araucária também é salientada por Blum (1980).

Outros elementos químicos do solo também foram relacionados com o crescimento do pinheiro brasileiro. Dietrich (1977) destacou o boro, Blum (1980), Hoogh (1981) e Hoog & Blum (1981) mencionam o nitrogênio como fator limitante; Hoog et al. (1980), salientam a importância do fósforo, potássio, cálcio, cobre e boro. Simões & Couto (1973), verificaram que a omissão de N e P causaram sérios prejuízos ao desenvolvimento da araucária. Ainda, a ausência de N limitou o crescimento, tornou as plantas cloróticas e reduziu a espessura da parede celular, enquanto que o P, além de limitar o crescimento, provocou crestamento e morte de folhas e ramos. Estes mesmos autores, verificaram que a omissão de N, P e Mg prejudicou o desenvolvimento radicular.

Deficiência de boro provoca a morte do ponteiro de plantas jovens, segundo Goor, (1965). Dietrich (1977), classificou solos com baixos níveis de boro, como sítios de baixa qualidade para o desenvolvimento da araucária. Deve-se atentar para o fato que o boro pode apresentar-se em concentrações elevadas nas acículas da araucária quando estas apresentam baixas concentrações de nitrogênio (Hoogh, 1981).

### 3.3 Propriedades biológicas do solo.

A atividade microbiológica tem como principal fonte energética a matéria orgânica do solo, que tem influência na umidade, porosidade e na reserva de nutrientes essenciais aos organismos do solo e conseqüentemente também às árvores. O desenvolvimento da araucária tem, segundo Hoogh (1981), correlação positiva com a espessura do horizonte A. O mesmo autor, salienta que a disponibilidade de nutrientes para as plantas depende também das características biológicas do solo, tais como conteúdo de matéria orgânica, taxa de mineralização e atividade micorrízica.

A importância que os níveis de matéria orgânica do solo assumem no desenvolvimento da araucária, foi demonstrada por Andrae & Krapfenbauer (1983). As raízes concentram-se nos primeiros 5 cm, área de maior concentração de matéria orgânica, e nas determinações de qualidade de sítio para o desenvolvimento da araucária feita por de Hoogh (1981), onde os melhores sítios apresentaram altos teores de matéria orgânica, grande espessura do horizonte A, alta taxa de decomposição da matéria orgânica, alto grau de homogeneização do solo e uma atividade intensa da mesofauna.

As micorrizas também assumem papel importante na adaptação do pinheiro ao sítio. As micorrizas do tipo vesicular-arbuscular detectadas por Milanez & Monteiro (1950) e por Oliveira & Ventura (1952), possuem significativa importância na nutrição da araucária influenciando na decomposição da serrapilheira e no fornecimento de N e P (Bowen et al. (1974 e 1975) e Blum (1980). Outra característica que ressalta a importância da matéria orgânica no desenvolvimento da espécie, é a abundante associação micorrízica nas raízes presentes na camada até 10 cm de profundidade.

## 4. CLASSES DE SOLOS

*A Araucaria angustifolia* ocorre sobre as mais diversas classes de solo, desde os menos férteis, como os derivados do arenito, até os mais férteis, derivados do basalto. As maiores produtividades de plantações de araucária foram obtidas em solos argilosos ou franco-argilosos, profundos e bem drenados. Golfari & Barrett (1967) e Lasserre et al. (1972) relataram diferentes ritmos de crescimento de plantios de araucária sob a mesma condição climática e geográfica, mas com variações no solo. Nos solos derivados do basalto os crescimentos foram satisfatórios, o mesmo não ocorrendo em solos pedregosos e rasos, observando-se ainda elevada heterogeneidade e sobrevivência muito baixa.

Observa-se menores crescimentos em solos de drenagem deficiente, enquanto que nas unidades de Latossolo húmico e Latossolo Vermelho-Amarelo (Camargo et al., 1987; EMBRAPA, 1999) intermediário para Podzólico Vermelho-Amarelo (Camargo et al., 1987), atualmente classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (EMBRAPA, 1999), o crescimento foi considerado médio. O mesmo autor destaca que o tipo de solo condiciona o crescimento do sistema radicular da araucária, pois nos Latossolos, a espécie desenvolve raiz pivotante, enquanto que nos Litossolos

(Camargo et al., 1987), atualmente NEOSSOLO LITÓLICO (EMBRAPA, 1999) ou solos mal drenados desenvolve-se raiz fasciculada com crescimento lateral.

Nos Latossolos geralmente encontram-se reflorestamentos de bom crescimento enquanto nos Neossolos Litólicos e nos Solos Hidromórficos ocorrem os de pior crescimento (Hoogh, 1981 e Hoogh & Blum, 1981). A utilização de unidades de solo para classificação de sítios apresentam restrições, salvo no caso de levantamentos pedológicos detalhados ou semidetalhados.

A escolha do local adequado para o cultivo da araucária tem influência decisiva sobre o êxito da plantação, sendo tão importante que outras condições como qualidade e origem da semente, espaçamento, tratos culturais, época de desbastes etc., assumem importância secundária, (Golfari, 1971 e 1974).

A determinação da capacidade produtiva é um dos primeiros passos para que se tenha resultados positivos com o manejo intensivo das florestas. Hoogh & Dietrich (1979), recomendam que a caracterização do sítio considere os fatores mais relacionados com o crescimento da espécie florestal.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

Com base nas premissas de que, a profundidade, a espessura do horizonte A, a capacidade de retenção de água, a fertilidade e a classe dos solos influenciam o desenvolvimento da *Araucaria angustifolia*, selecionou-se dentro da região de ocorrência natural, uma área situada entre os municípios de Laranjeiras do Sul, Quedas do Iguaçu e Cascavel no Estado do Paraná, pertencentes às regiões bioclimáticas 1 e 2 de acordo com Embrapa, (1984). E para caracterização dos solos, recorreu-se ao mapa pedológico do Estado do Paraná (EMBRAPA, 1984).

O desenvolvimento da *Araucaria angustifolia* foi comparado nas diferentes classes de solos, em condições semelhantes, de modo que se obtivesse um indicativo de sítios para reflorestamento com a espécie.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Classificação dos solos.

A análise realizada no mapa EMBRAPA (1984), possibilitou identificar na região em estudo, predominância das seguintes classes de solos: Latossolo Roxo distrófico álico (EMBRAPA, 1984), atualmente LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico (EMBRAPA, 1999), Terra Roxa Estruturada (CAMARGO et al., 1987), atualmente NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico e Eutroférrico (EMBRAPA, 1999), Terra Bruna Estruturada (CAMARGO et al., 1987), atualmente NITOSSOLO HÁPLICO (EMBRAPA, 1999), Solos Litólicos (CAMARGO et al., 1987), atualmente NEOSSOLO LITÓLICO (EMBRAPA, 1999), e Solos gleizados indiscriminados (CAMARGO et al., 1987), atualmente GLEISSOLO HÁPLICO (EMBRAPA, 1999).

Na área avaliada foram encontradas as seguintes unidades de mapeamento:

1. LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LR): LRd3, LRd4, LRd5, LRd6, LRd7, LRa1, LRa2, LRa3 e LRa6;
2. NITOSSOLO VERMELHO Distroférico ou Eutroférico (TR): TRd1, TRd2, TRd3, TRe5 e TRe6;
3. NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico ou Eutrófico (TB): TBd1, TBd2, TBe1 e TBe2;
4. NEOSSOLO LITÓLICO Eutróficos (R): Re5, Re7 e Re11; e
5. GLEISSOLO HÁPLICO (HG): HG1.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos (LR) são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, formados a partir de rochas eruptivas básicas. São de coloração arroxeadada, muito profundos, porosos, muito friáveis, acentuadamente drenados, com argila de baixa CTC (gibbsíticos, caulíníticos ou óxidicos) e elevados teores de sesquióxidos de ferro e alumínio e óxidos de titânio e manganês. A maior parte da classe é composta por solos muito profundos, normalmente com mais de três metros de espessura (EMBRAPA, 1984).

Para o plantio de *Araucaria angustifolia*, podemos considerar os Latossolos bastante homogêneos quanto à profundidade, teor de matéria orgânica, fertilidade natural, teor de alumínio e necessidade de calagem. Apenas a topografia, fator que afeta o sistema de plantio e as práticas de contenção dos processos de erosão diferencia os Latossolos em dois grupos: o primeiro, agrupando as variações LRd3, LRd5, LRa1, LRa3 e LRa6, que apresentam topografia plana ou suave ondulada sem maiores exigências de práticas conservacionistas, e o segundo, agrupando as variações LRa2, LRd4, LRd6 e LRd7, que apresentam-se em relevo ondulado e necessitam de práticas conservacionistas em menor ou maior intensidade (EMBRAPA, 1984).

Os NITOSSOLOS VERMELHOS são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B nítico, com argila de atividade baixa, predominantemente caulínítica, imediatamente abaixo do horizonte A, ou dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B. Apresentam baixo gradiente textural (B/A), são ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio e derivados de rochas eruptivas básicas. São solos de coloração avermelhada, profundos, argilosos, bem drenados e porosos. Possuem abundância de minerais pesados e apresentam camadas de impedimento em função do alto teor de argila no horizonte B. A fertilidade natural é variável e a susceptibilidade a erosão pode ser alta ou baixa, além do que algumas variações apresentam altos teores de carbono orgânico, teores variáveis de cálcio, magnésio e potássio e, quase sempre, deficientes em fósforo (EMBRAPA, 1984).

Desta forma, podemos classificar dois níveis de NITOSSOLOS VERMELHOS para o plantio de pinheiro: o primeiro (TRe5 e TRe6), com fertilidade natural alta e elevados teores de carbono na superfície (principalmente a unidade de mapeamento TRe5) mas com susceptibilidade à erosão moderada à forte; e um segundo nível de grupamento (TRd1, TRd2 e TRd3), envolve solos com baixa fertilidade natural e susceptibilidade à



erosão baixa a moderada (EMBRAPA, 1984).

Os NITOSSOLOS HÁPLICOS são solos minerais não hidromórficos, com horizonte B nítido, argila de baixa CTC, ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio, derivados do derrame do Trapp. São de coloração brunada, profundos a medianamente profundos e bem drenados. Diferem dos NITOSSOLOS VERMELHOS nos seguintes aspectos: coloração brunada do horizonte superficial (solos com matiz mais amarelo que 2,5YR, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B), pela menor espessura do solum, embora o horizonte A seja mais espesso e mais escuro e pelo menor desenvolvimento da estrutura e da cerosidade. São solos que possuem alta CTC no horizonte A, em decorrência dos altos teores de carbono (EMBRAPA, 1984).

Do ponto de vista da utilização para reflorestamento com *Araucaria angustifolia* podemos classificar esta classe de solo em dois grupamentos: o primeiro com alta a moderada fertilidade natural, TBe1 e TBe2, e o segundo com baixa fertilidade natural, TBd1 e TBd2, sendo ambos susceptíveis à erosão e com impedimentos à motomecanização, por localizarem-se em locais acidentados (EMBRAPA, 1984).

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS, são solos minerais, pouco desenvolvidos, que a partir de uma profundidade entre 20 e 80 cm, apresentam rochas consolidadas, pouco ou nada meteorizadas. São solos que possuem pouca evidência de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos. As características morfológicas destes solos, restringem-se praticamente às do horizonte A, o qual varia normalmente entre 15 e 40 cm de espessura, sendo que a cor, textura, estrutura e consistência dependem do tipo de material que deu origem ao solo. Abaixo do horizonte A, ocorrem calhaus e pedras, ou ainda, materiais semi-alterados das rochas em mistura com material deste horizonte, por onde penetram as raízes, concorrendo para que a profundidade destes solos alcance, nestas condições, mais de 80 cm (EMBRAPA, 1984).

Estes solos, normalmente apresentam sérios impedimentos ao plantio da araucária, pois apesar de serem, ricos em nutrientes, são rasos, têm problemas de armazenamento de água e ocorrem em relevo acidentado. No entanto, pode-se classificá-los em dois grupos: O primeiro (Re5), apresenta solos rasos, de textura média e ocorrem em relevo forte ondulado a montanhoso, o que propicia alta susceptibilidade à erosão; o segundo (Re7 e Re11), abrange solos rasos argilosos associados a solos medianamente profundos, tais como os NITOSSOLOS VERMELHOS e CAMBISSOLOS com altos teores de carbono superficial e argilosos, o que propicia maior retenção de água, mas também são susceptíveis à erosão por ocorrerem em relevo forte ondulado e montanhoso (EMBRAPA, 1984).

Os GLEISSOLOS HÁPLICOS Indiscriminados, são solos mal drenados ou muito mal drenados, nos quais as características zonais, determinadas pela ação do clima e vegetação, não se desenvolvem integralmente em virtude da restrição imposta pela grande influência da água no solo, condicionada sempre pelo relevo e natureza do material originário. O horizonte A é proeminente ou moderado; a textura é variável e a estrutura é granular fraca ou moderadamente desenvolvida (EMBRAPA, 1984).

Na região em estudo, os GLEISSOLOS HÁPLICOS são representados por uma única variação, o HG1, que são solos férteis, porém com pequena utilização para fins

agrícolas, devido ao relevo plano permitir inundações, e como os solos possuem má drenagem, ocasionam a falta de aeração e impedem o uso de máquinas e implementos agrícolas. Destas características, apenas a fertilidade é condizente com as exigências da *Araucaria angustifolia*, indicando que um reflorestamento com a espécie nesta área não será bem sucedido.

## 6.2 Estratificação da região de ocorrência de acordo com as potencialidades para reflorestamento com *A. angustifolia*

A análise das características físicas e químicas dos solos da região em estudo nos permite estratificar a área, para (o) reflorestamento com a *Araucaria angustifolia*, em três ambientes: o primeiro, com produtividade média de 20 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup> de madeira, envolve solos profundos, com boa capacidade de retenção de água, boa aeração, topografia suavemente ondulada e ligeiramente susceptíveis à erosão, bom nível de matéria orgânica, fertilidade variando de média a baixa, deficientes em fósforo e apresentando problemas com alumínio, como os LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos (LRd3, LRd4, LRd5, LRd6, LRd7, LRa1, LRa2, LRa3 e LRa6). Também incluem neste ambiente, solos de alta fertilidade natural, deficientes em fósforo, sem problemas de água, mas moderadamente susceptíveis à erosão, devido ocorrerem em relevo ondulado como os NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróféricos (TRe5 e TRe6).

O segundo ambiente, com produção média de 16 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup> de madeira, envolve áreas em que o pinheiro terá desenvolvimento intermediário devido à ocorrência de solos que apresentam moderada a alta susceptibilidade à erosão, fertilidade natural de média a baixa, altos teores de matéria orgânica, baixa saturação de bases e teores variáveis de cálcio, magnésio e potássio, sendo que a principal causa do seu enquadramento neste ambiente é a presença de horizontes subsuperficiais muito argilosos, sujeitos à um adensamento genético. A esta classe pertencem solos tipo NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, variações TRd1, TRd2, TRd3 e TRd5. Ainda, compõem este ambiente, solos que apresentam alta fertilidade, mas com relevo acidentado e alternância de profundidade do solum, sendo rasos a profundos e com presença de pedras superficiais e/ou no seu interior, fazendo com que o seu uso seja restrito. Incluem-se nesta categoria os solos tipo NITOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos ou Eutróficos variações TBe1, TBe2, TBd1 e TBd2.

O terceiro ambiente inclui solos onde o reflorestamento com *Araucaria angustifolia* seria pouco produtivo (média de 12 m<sup>3</sup>/ha). Neste ambiente, são incluídos os NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos por serem solos rasos e ocorrerem em relevos forte ondulado e montanhoso e, com baixa capacidade de retenção de água, apesar de possuírem alta fertilidade natural. Deve-se lembrar que o Re7 e o Re11, apresentam boa capacidade de retenção de água, por estarem associados a solos mais profundos e podem propiciar um melhor desenvolvimento à do araucária.

Em uma quarta categoria, incluem-se os GLEISSOLOS HÁPLICOS, que possuem fertilidade de média a alta, situam-se em terrenos planos, mas são mal drenados ou muito mal drenados, com aeração deficiente, não sendo recomendável para o

reflorestamento com a *Araucaria angustifolia*, que apresenta bom desenvolvimento preferencialmente em solos bem drenados.

## 7. CONCLUSÕES

1. A escala do mapa utilizado (1:600.000), permitiu uma estratificação aproximada da área. Recomenda-se entretanto uma segunda aproximação, visando a classificação de sítios para reflorestamentos com *Araucaria angustifolia*, que considere não só o solo em maior nível de detalhamento, mas também o relevo e o clima, principalmente com relação a quantidade de precipitação no período seco. Desta forma, poder-se-ia separar os solos da região em estudo em quatro ambientes de aptidão para *Araucaria angustifolia*:
2. Solos com *alto potencial produtivo*, envolvendo os LATOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, variações LRd3, LRd4, LRd5, LRd6, LRd7, LRa1, LRa2, LRa3 e LRa6, e NITOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos, variações TRe5 e TRe6;
3. Solos com *médio potencial produtivo*, envolvendo os NITOSSOLOS VERMELHOS Distroféricos, variações TRd1, TRd2, TRd3 e TRd5, e os NITOSSOLOS HÁPLICOS Distroféricos ou Eutroféricos, variações TBd1, TBd2, TBe1 e TBe2;
4. Solos com *baixo potencial produtivo*, envolvendo os NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, nas variações Re5, Re7 e Re11; e
5. Solos *sem aptidão* para *Araucaria angustifolia*, como os GLEISSOLOS HÁPLICOS (HG1).

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRAE, F. *Ensaio comparativo de Araucaria angustifolia O. Kuntze, Cordia trichotoma Arrab. ex Steud e Eucalyptus saligna Smith sobre crescimento, regime de água e nutrientes*. 1976. 128 f. Tese (Doutorado) - Universitat fur Bodenkultur, Wien.

ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. *Pesquisas austro-brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria / Viena: Universitaet fuer Bodenkultur, 1983. 112 p.

ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Die verteilung der feinwurgeln von sleineibe (*Podocarpus lembertii*) and schmalblattriger (*Araucaria angustifolia*). *Centralblatt fur das Gesame Forstwesen*, Wien, v. 95, n. 2, p. 71-86, 1978.

BOWEN, G. D.; SKINNER, M. F.; BEVEGE, D. I. Zinc uptake by mycorrhizal and uninfected roots of *Pinus radiata* and *Araucaria cunninghamii*. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 6, n. 3, p. 141-144, 1974.

BOWEN, G. D.; BEVEGE, D. I.; MOSSE, B. Phosphate physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizas. In: SANDERS, F. E. (Ed.). *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p. 437-446.

BLUM, W. E. H. Araucaria: e o seu futuro não está perdido. *Brasil Madeira*, Curitiba, v. 1, n. 7, p. 10-12, 1977.

BLUM, W. E. H. Ecophysiological and phylogenetic aspects of Araucariaceae with special consideration of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979, Curitiba. *Forestry problems of the genus Araucaria*. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 71-74.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Sistema brasileiro de classificação de solos. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.

DIETRICH, A. B. *Relações entre dados analíticos do solo, análise foliar e dados de crescimento da Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze.* 85 p. 1977. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. *Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná*. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 17).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná*. Londrina: EMBRAPA-SNLCS / SUDESUL / IAPAR, 1984. 2 v. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27; IAPAR. Boletim Técnico, 16).

FERNANDEZ, R. A. *Identificação dos atributos do solo determinante da qualidade de sítio para Araucaria angustifolia (BERT) O. Ktze., com apoio na metodologia da análise estrutural*. 1989. 142 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GOLFARI, L. Coníferas aptas para reflorestamento nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico IBDF*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 1-71, 1971.

GOLFARI, L. Situação da silvicultura do eucalipto no Brasil. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 13-19, 1970.

GOLFARI, L. *Conifers suitable for reforestation in the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul*. Rome: FAO, 1970. 86 p. (FAO. Report, TA-2858).

GOLFARI, L.; BARRET, W. H. G. Comportamiento de las coníferas en Puerto Piray, Misiones. *IDIA: Suplemento Forestal*, Buenos Aires, n. 4, p. 31-52, 1967.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. *Zoneamento ecológico esquemático para o reflorestamento no Brasil*. 2ª aproximação. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PRODEPEF. Série Técnica, 11).

GOOR, C. P. van. *Reflorestamento com coníferas no Brasil*: aspectos ecológicos das plantações na região Sul, particularmente com *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Setor de Inventários Florestais, 1965. 58 p. (Boletim , 9).

GURGEL FILHO, O. do A. Silvica da *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Kuntze. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979, Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 29-68.

HEINSDIJK, O.; SOARES, R. O. **Plantações de coníferas no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Setor de Inventários Florestais, 1962. 75 p. (Boletim, 5).

HOOGH, R. J. de; GOOR, C. P. van; BLUM, W. E. H. Response of planted *Araucaria angustifolia* to N, P, K, Ca and B fertilization, 3 and 7 years after application. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979, Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 136-144.

HOOGH, R. J de; DIETRICH, A. B.; AHRENS, S. Classificação de sítio, tabelas de volume e de produção para povoamentos artificiais de *Araucaria angustifolia*. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 9, n. 36, p. 58-82, 1978.

HOOGH, R. J. de. **Site nutrition growth relationship of *Araucaria angustifolia* O. Kuntze, in southern Brasil**. 170 f. 1981. Tese (Doutorado) - Freiburg: Forstwissenschaftlichen Fakultät.

HOOGH, R. de; DIETRICH, A. B. Avaliação de sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze em povoamentos artificiais. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 10, n. 37, p. 19-92, 1979.

HUECK, K. Distribuição e habitat natural do pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica**, n. 156, p. 5-24, 1953.

KLEIN, R. M. Aspectos ecológicos do pinheiro-brasileiro. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979, Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 70.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, n. 12, p. 17-44, 1960.

LA BASTIDE, J. G. A.; GOOR, C. P. van. Growth/site relationships in plantations of *Pinus elliottii* and *Araucaria angustifolia* in Brazil. **Plant & Soil**, Dordrecht, v. 32, n. 2, p. 349-366, 1970.

LASSERE, S. R; VAIRETTI, M.; LASSERE, E. N. de. Crecimiento de *Araucaria angustifolia* (Bertol) O. Kuntze., en distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones. **IDIA: Suplemento Forestal**, n. 7, p. 36-45, 1972.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná / UFPR / Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350 p.

MACHADO, S. do A.; SIQUEIRA, J. D. P. Distribuição natural da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1., 1979, Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 4-9.

- MILANEZ, F. R.; MONTEIRO NETO, H. Nota previa sobre a micorriza do pinho do Paraná. *Arquivos do Serviço Florestal*, Rio de Janeiro, n. 4, p. 87-93, 1950.
- OLIVEIRA, B. de. As regiões de ocorrências normal da araucária. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 185-199, 1948.
- OLIVEIRA, M. de; VENTURA, A. *Ocorrência de micorriza em Araucaria angustifolia (Bertol) O. Ktze e Podocarpus lambertii*. São Paulo: Serviço Florestal, 1952. 5 p. (Edições e Propaganda, 25).
- REISSMANN, C. B.; SANTOS FILHO, A.; ROCHA, H. O. da; ZOTTL, H. W.; BLUM, W. E. H. Crescimento e níveis de macro e micronutrientes em *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* sobre solos derivados do Grupo Itararé (Carbonífero). *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 113-119, 1987.
- RIZZINI, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos*. São Paulo: HUCITEC / Ed. USP, 1976. 327 p.
- SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivada em vaso. *IPEF*, Piracicaba, n. 7, p. 3-40, 1973.
- SOARES, R.V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. *Floresta*, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 12-18, 1979.
- VLIET, C. van der. Pinheiro brasileiro plantado de mudas com raízes cortadas. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 10, p. 89-102, 1958.