

O REFLORESTAMENTO NO NORDESTE BRASILEIRO: CONSEQUÊNCIAS ECOLÓGICAS

*Fabio Poggiani**

AS FLORESTAS PLANTADAS

Quando uma área de floresta natural é completamente desmatada, após algum tempo, em virtude das sementes e das raízes vivas deixadas no solo, surge uma nova vegetação que após vários anos evoluirá outra vez para uma floresta, nem sempre semelhante á floresta primitiva. Este processo evolutivo da vegetação natural, que nos trópicos pode durar de 50 a 100 anos, recebe o nome de sucessão secundária. Neste caso, os fenômenos evolutivos ocorrem de forma aleatória, de acordo com as leis biológicas.

A floresta plantada, do ponto de vista ecológico, constitui-se numa sucessão secundária racional, ou seja, orientada segundo determinadas finalidades humanas e mantida sempre no estágio juvenil, através de cortes sucessivos da árvore.

Quando o seu objetivo primordial é apresentar elevada produtividade, a primeira medida do silvicultor, consiste em regularizar o espaço entre as árvores, fazendo caber na área estabelecida o número mais conveniente de mudas dentro de um plano de manejo previamente determinado.

O desenvolvimento uniforme de espécies de rápido crescimento durante um período de 7 - 8 anos possibilita a obtenção da mesma área basal, observada em florestas naturais tropicais no clímax. Esta elevada produtividade é obtida basicamente graças à seleção de árvores apropriadas para o reflorestamento, escolha de um espaçamento adequado para retardar ao máximo a competição das copas e dos sistemas radiculares e outros tratamentos culturais.

Devemos ressaltar,entretanto, que o crescimento acentuado observado nas florestas plantadas ocorre à custa de uma rápida transferência de nutrientes do solo para a biomassa arbórea e de uma utilização intensiva da água do solo.

Neste sentido, a tendência governamental de deslocar a utilização dos incentivos fiscais para o nordeste gera entre os silvicultores e os pesquisadores uma série de indagações quanto à viabilidade de grandes investimentos florestais na região semi-árida.

Parece ser bastante oportuno, neste momento, levantar alguns aspectos ecológicos ligados às regiões de clima seco e posteriormente à implantação de florestas na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

O SUPRIMENTO DE ÁGUA PARA AS PLANTAS NAS REGIOES SEMI-ÁRIDAS

Segundo *WALTER (1977)*, as regiões em que a evapotranspiração potencial é muito mais elevada do que a precipitação anual são consideradas áridas. Estas regiões podem ser subdivididas em semi-áridas, áridas e extremamente áridas. Nas regiões tropicais o problema da seca torna-se ainda mais acentuado pois não existem, como nas regiões de clima temperado, períodos frios de inverno.

* Professor Assistente Doutor – Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

A seca extrema das regiões áridas leva a pensar que as plantas do deserto devem possuir propriedades fisiológicas especiais que as tornam capazes de crescer em tais condições.

Em particular, a suposta elevada concentração do suco celular é às vezes mencionada como uma explicação pela habilidade que as plantas possuem de retirar água de solo-quase secos. Contudo, investigações ecofisiológicas mais recentes têm demonstrado que este ponto de vista nem sempre é correto.

O suprimento de água das plantas que crescem no deserto não parece ser tão baixo, como sugere a baixa pluviosidade.

Devemos lembrar que a chuva medida em milímetros corresponde a litros de água por metro quadrado da superfície do solo.

Se quisemos estimar quanta água é disponível para as plantas de uma certa área, devemos levar em consideração a superfície foliar transpirante por metro quadrado de solo.

Fica aqui evidente a importância do estudo de espaçamento, quando se executam florestamentos em regiões semi-áridas. Por exemplo: admitindo-se que num determinado solo penetrem 500 mm de chuva por ano; se for utilizado um espaçamento de 2 x 2 m, teremos 2.000 litros de água por árvore armazenados. Contudo, se este espaçamento for alterado para 4 x 4 m, teremos 8.000 litros de água por árvore armazenados. Por outro lado, plantas de copas menores ou que ainda derrubam as folhas nos períodos críticos serão melhor sucedidas do que plantas com superfície foliar mais extensa.

Pesquisas efetuadas na África, Austrália e Califórnia tem evidenciado que para o mesmo tipo de vegetação e solo, existe uma correlação linear entre a precipitação e a produção de biomassa. Isto tem sido observado tanto em pradarias como em florestas de eucaliptos na Austrália.

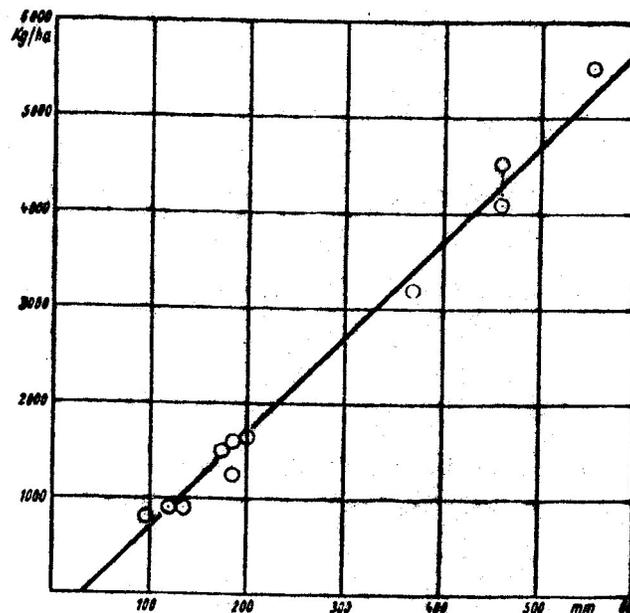


FIGURA 1. Produção de fitomassa herbácea em função da precipitação pluviométrica em pradarias da África do Sul.

A partir desta observação pode-se deduzir que o suprimento de água por unidade de superfície transpirante é mais ou menos a mesma em zonas áridas ou úmidas. Desta forma, nas zonas áridas o sistema radicular tende a se desenvolver grandemente em extensão, enquanto a parte aérea tende a permanecer mais reduzida.

Estas características acopladas com mecanismos especiais para reduzir a transpiração asseguram a sobrevivência das plantas mesmo nas épocas mais severa. Conseqüentemente, enquanto nas regiões úmidas a maior parte da fitomassa se encontra acima da superfície do solo, nas regiões áridas encontra-se no sistema radicular. Contudo, nestas regiões, o sistema radicular não é profundo, mas superficial.

Geralmente sistemas radiculares mais profundos são observados quando as raízes pivotantes penetram no solo para atingir o lençol freático. Trata-se na verdade de casos particulares.

Em áreas muito secas, onde a chuva pode estar abaixo de 100mm, a vegetação tende a se concentrar apenas nas depressões, de acordo com a distribuição de água no solo.

Os solos das regiões áridas muitas vezes formam uma crosta na superfície que só pode ser molhada com dificuldade, de forma que a água das raras chuvas torrenciais penetra escassamente no solo e a maior parte escorre sobre a superfície em direção às depressões que recebem muita água, a qual penetra em profundidade.

Exemplificando, dados fornecidos por *WALTER* (1977), revelam que num deserto perto do Cairo onde chove apenas 25 mm/ano existem áreas de baixada onde se infiltra a água na proporção de 500 mm/ano, permitindo o crescimento de uma vegetação normal de zonas de baixo déficit hídrico. As plantas deste local não restringem a transpiração e perdem ao redor de 400mm de água por ano.

As populações berberes do sul da Tunísia têm imitado a natureza, plantando nas depressões e obtendo boas colheitas com precipitações inferiores a 200 mm/ano. Em muitos casos são observados pequenos diques construídos há centenas de anos para segurar nos vales, as chuvas escassas e que de outra forma seriam perdidas.

A TEXTURA DO SOLO E O SUPRIMENTO DA AGUA PARA AS PLANTAS

A quantidade de chuva que precipita é somente de importância indireta para as regiões áridas e semi-áridas. É muito mais importante a quantidade de água que permanece no solo e se torna disponível para o sistema radicular.

Parte da água que precipita escorre sobre o solo e parte evapora. A proporção em que a água permanece no solo e sua disponibilidade para as plantas é determinada pela textura do solo. Nas regiões de precipitação elevada, os solos arenosos são mais secos porque têm menor capacidade de retenção de água em relação aos solos mais argilosos. O contrário é verdadeira para as regiões, áridas. Nos solos das regiões áridas a água não percola a grandes profundidades. Somente à parte mais ou menos superficial do solo permanece úmida em função da capacidade de retenção.

Admitindo, por exemplo, que numa área de clima seco penetram no solo 50 mm de chuva,. Se o solo for arenoso, os primeiros 50 cm serão molhados até atingir a capacidade de campo. Todavia, se o solo for argiloso com uma capacidade de campo 5 vezes superior a água será retirada nos dez primeiros centímetros de profundidade. Em solos pedregosos com pequenas frestas, a água pode penetrar mais profundamente ainda.

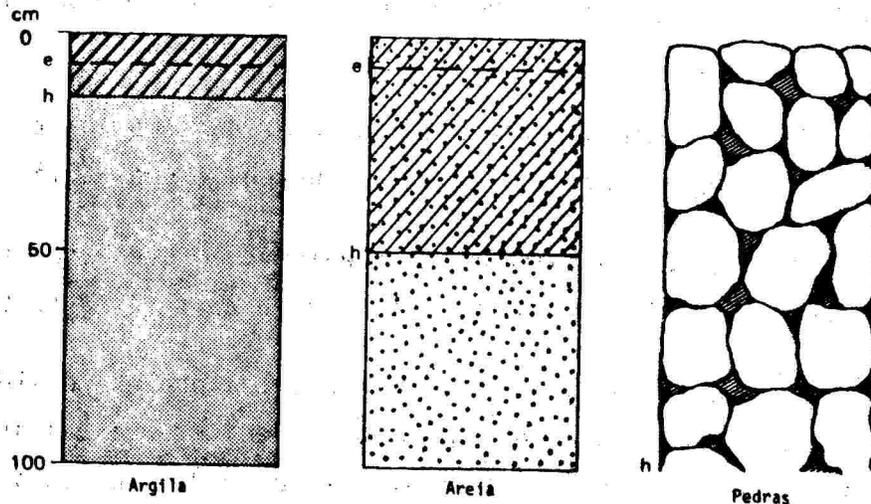


FIGURA 2. Representação diagramática da retenção de água em vários tipos de solos após uma chuva de 50 mm em região árida. h = nível mais baixo de umidade. e = nível mais baixo onde o solo seca novamente. (WALTER, 1977 – modificada)

Após a chuva vem a evaporação. Se os primeiros 5 cm do solo argiloso secam, então 50% da água que penetrou no solo se perde.

O solo arenoso não seca tanto, e mesmo que os primeiros 5 cm percam completamente a água, isto representa apenas 10% da água armazenada. No solo mais pedregoso a evaporação é, muito reduzida e pouca água seria perdida. Estas considerações, de autoria de WALTER (1977), têm sido confirmadas por observações experimentais realizadas no deserto de Negev por HILLEL & TADMOR (1962).

Estes autores verificaram que determinados tipos de vegetação, que em solos arenosos de zonas semi-áridas ocorrem em locais de baixa pluviosidade, necessitam de uma pluviosidade bem mais elevada para ocorrer em solos argilosos.

Por exemplo: *Acácia tortilis* encontrada no Sudão sobre solos arenosos em uma zona que tem uma precipitação de 50 a 250 mm/ano; em solos argilosos só ocorre em zonas com pluviosidade superior a 400 mm/ano.

O FLORESTAMENTO NAS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS

Está amplamente comprovado que as florestas, tanto naturais como plantadas, são ecossistemas que consomem mais água do que outros tipos de cobertura vegetal.

Este aspecto levanta algumas interrogações quanto à vantagem de se realizar o florestamento na região do nordeste semi-árido.

Os estudos de paleobotânica evidenciam que esta região, pelo menos nos últimos 200 mil anos, sempre apresentou características de aridez.

De acordo com PETERSSEN (1969), a linha que divide, em termos de precipitação anual, as zonas geográficas de estepes das áreas que apresentam clima capaz de permitir o desenvolvimento de florestas é expressa pela equação:

$$P_m = 20 T_a + 140$$

onde P_m é a precipitação média (em mm/ano), que seria o mínimo necessário para o crescimento das florestas, desde que haja uma distribuição uniforme das chuvas. Ela corresponde à temperatura média expressa em graus centígrados. Esta fórmula evidencia os principais problemas que dificultam o desenvolvimento de florestas no polígono das secas: a temperatura elevada durante o ano inteiro, assim como a escassez e a irregularidade pluviométrica.

Quanto à precipitação, em certos anos ela pode até atingir 800 mm. Contudo a irregularidade da distribuição e a grande evapotranspiração se processa nesta região durante o ano inteiro inviabilizam o crescimento natural de extensas áreas florestais.

Está comprovado também que as florestas não atraem as chuvas, como se pensava erroneamente há alguns anos. Ao contrário, o clima com precipitação mais abundante que propicia o desenvolvimento das florestas.

É possível, entretanto, que em grandes áreas cobertas por florestas haja uma reciclagem da água evapotranspirada, a qual se precipitaria na própria floresta, como ocorre na selva amazônica. Segundo *LEE (1980)*, seria necessária uma área coberta com florestas de, pelo menos, 100.000 km² para se perceber mais efetivamente o efeito da reciclagem da água.

É interessante notar entretanto, que apesar de tudo o que foi exposto, o florestamento vem sendo efetuado com certa intensidade na maioria dos países do mundo com clima semi-árido.

Como seria possível então plantar florestas em regiões áridas e quais os benefícios que se esperam destes florestamentos?

É evidente que cada país (principalmente os que antigamente pertenceram às antigas colônias francesas e britânicas) desenvolveram tecnologias aprimoradas de implantação florestal, selecionando as espécies mais adequadas e maximizando a utilização da água por ocasião do plantio (*GOOR & BARNEY, 1976*).

Quanto às conseqüências destes florestamentos *GINDEL (1966)* assinalou que o solo debaixo dos florestamentos em regiões áridas era sempre mais úmido do que o solo sob vegetação natural. Observou ainda que algumas espécies tinham a capacidade de absorver grandes quantidades de orvalho através das folhas.

KARSHON & HETH (1967), em uma região de baixa pluviosidade de Israel, estudaram o balanço hídrico de uma plantação de *Eucalyptus camaldulensis*, desde os 9 até os 12 anos de idade, comparando-o com o balanço hídrico obtido em uma parcela adjacente contendo vegetação herbácea natural.

Os resultados dos 4 anos de experiências deram valores anuais médios de evapotranspiração para o eucalipto e para a vegetação herbácea de 466 mm e 322 mm, respectivamente. Contudo, as perdas de água por escoamento superficial foram de 237 mm a mais na parcela de vegetação herbácea do que na parcela de eucaliptos. Os autores concluíram que naquela região as plantações de eucaliptos não causam efeitos prejudiciais sobre os recursos hídricos, armazenando uma maior quantidade de água no solo.

Recentemente *BERGLUND & ALLII (1981)* estudaram intensivamente a velocidade de infiltração da água em solos de regiões semi-áridas, sob diferentes tipos de manejo, ou seja: pastoreio intensivo, pastoreio moderado e florestamento com *Pinus halepensis* com 15 anos de idade.

Resumindo, estes pesquisadores obtiveram os seguintes resultados:

	Parcela com pastagem intensiva	Parcela com pastagem moderada	Parcela com flores- tamento com <i>Pinus</i> (15 anos)
Infiltração mm/h	43,1	65,0	225,9

Além da infiltração de água ser de 4 a 5 vezes maior na parcela florestada, assinalaram grandes melhorias nas características físico-químicas do solo com aumento do teor de matéria orgânica e diminuição da densidade aparente.

BENEFÍCIOS DIRETOS DOS FLORESTAMENTOS PARA A REGIÃO DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO

O benefício direto mais imediato constitui-se na produção, a curto prazo, de madeira para fins energéticos e para outras atividades mais nobres (construções, serrarias, etc.) a partir de pequenos maciços florestais que poderiam ser plantados perto de centros urbanos.

Os próprios pequenos proprietários poderiam ser orientados para estes objetivos utilizando espécies que já estejam demonstrando algum potencial de adaptação às condições ecológicas e boa produtividade de madeira. Esta atividade teria um amplo reflexo social, com o recrutamento de mão-de-obra não qualificada e possibilitaria a criação de novos empregos indiretos. Contudo devemos esperar uma produtividade mais modesta em relação aos rendimentos obtidos nas áreas de maior pluviosidade.

Do ponto de vista ecológico poderiam ser mitigadas as rigorosas condições climáticas da caatinga através do efeito local produzido pelos maciços florestais convenientemente plantados nas proximidades dos centros urbanos.

A utilização de cortinas de árvores destinadas a atenuar o efeito prejudicial dos ventos quentes e secos que sopram nas regiões áridas é também uma prática muito comum utilizada em regiões de deserto da África, Austrália e Estados Unidos.

Um quebra-vento bem constituído pode reduzir em 40% a velocidade do vento a uma distância de aproximadamente 4 vezes a altura das árvores. Exemplificando: um quebra-vento com 200 metros de comprimento e formado por árvores de 12 metros de altura reduziria grandemente a velocidade do vento sobre uma superfície de um hectare.

Como o vento apresenta um efeito prejudicial, tanto na fisiologia das plantas como na evapotranspiração, conclui-se que a utilização racional de fileiras sucessivas de árvores, atenuando o efeito dos ventos secos e quentes dominantes, poderia incrementar consideravelmente a produtividade agrícola. Segundo algumas pesquisas, a produtividade agrícola nas áreas protegidas pelos quebra-ventos poderia ser 50% superior em relação às áreas não protegidas (GOOR & BARNEY, 1976).

BENEFÍCIOS INDIRETOS DOS FLORESTAMENTOS NAS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS

Freqüentemente os solos desérticos e particularmente os que constituem a caatinga apresentam em sua superfície uma crosta impermeável de alguns milímetros de espessura. Em outras situações o perfil do solo é muito arenoso com baixa capacidade de retenção de água. Na caatinga é muito freqüente encontrar-se também grandes áreas com o afloramento da rocha, o que dificulta grandemente a atividade florestal.

Em todos estes casos a cobertura florestal associada com um preparo de solo adequado poderá beneficiar grandemente as características físico-químicas de todo o perfil e principalmente da superfície.

Com a constituição de uma cobertura florestal arbórea teria mos os seguintes reflexos:

- a) Conservação dos efeitos benéficos do preparo do solo pela proteção exercida pela serapilheira que se acumula na superfície.
- b) Aumento da infiltração de água no solo.
- c) Maior armazenamento de água no solo.
- d) Diminuição do escoamento superficial.
- e) Grande redução na erosão do solo.
- f) Minimização do processo de assoreamento dos rios e preservação das áreas de captação das bacias hidrográficas.

De acordo com *Fleming*, citado por *LEE (1980)* a cobertura florestal mantém taxas muito baixas de erosão e conseqüentemente uma baixa concentração de sedimentos suspensos nos rios. As equações seguintes são úteis para comparar a eficiência relativa de alguns tipos de cobertura vegetal.

a) Vegetação arbustiva de deserto

$$Y = 4,9 (10^5) Q^{0,72}$$

b) Vegetação arbustiva-herbacea

$$Y = 2,0 (10^5) Q^{0,65}$$

c) Vegetação de coníferas e ervas

$$Y = 6,7 (10^4) Q^{0,82}$$

d) Vegetação formada por coníferas e folhosas

$$Y = 4,5 (10^3) Q^{1,02}$$

onde y é o sedimento suspenso em toneladas/ano e Q é a vazão imedia em m³/s.

Evidentemente o "liter" da área florestada protege o solo dos impactos de gotas da chuva e ajuda a manter uma elevada capacidade de infiltração, conseqüentemente é rara a ocorrência de erosão em áreas florestadas e não perturbadas; as raízes das árvores ajudam também a manter o solo coeso, reduzindo o perigo do movimento de terras, mesmo em áreas de grande declividade.

Resumindo os diversos dados e argumentos aqui apresentados podemos esperar que o florestamento bem executado podera modificar bastante as características das bacias hidrográficas, principalmente dos rios temporários que alimentam o São Francisco.

O preparo do solo e a cobertura vegetal devera propiciar uma maior infiltração de água e um menor escoamento superficial por ocasião das chuvas torrenciais e de curta duração, que normalmente ocorrem na estação chuvosa. Haverá menos probabilidade de enchentes e redução no assoreamento dos rios. Por outro lado, espera-se que uma infiltração mais acentuada da água no solo permita uma vazão mais regular e o fornecimento mais prolongado de água de melhor qualidade.

Evidentemente os objetivos aqui expostos apenas seriao atingidos se for posto em prática um amplo programa de pesquisa, incluindo a constituição de algumas bacias hidrográficas experimentais.

Dentre as pesquisas prioritárias destacam-se:

- 1) Seleção e melhoramento de espécies nativas e exóticas aptas para o reflorestamento do nordeste.
- 2) Estudos sobre implantação e manejo de florestas na região semi-árida.
- 3) Estudos de caráter ecológico
 - 3.1) Deposição e decomposição da matéria orgânica em áreas florestadas e seus efeitos sobre as características do solo.
 - 3.2) Infiltração da água e percolação.
 - 3.3) Armazenamento da água em áreas florestadas.
 - 3.4) Reflexos do florestamento sobre a quantidade e qualidade da água produzida.
- 4) Acompanhar a evolução de algumas bacias hidrográficas experimentais analisando as conseqüências do seu manejo racional sobre o regime hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGLUND, E.R.; AHYOUD, A. & TAYAA, M.* - Comparison of soil and infiltration properties of range and afforested sites in Northern Marocco. Forest ecology and management, Amsterdam, 3 (4): 295-306, 1981.
- GILDEL, I.* - Seasonal fluctation in soil moisture under the canopy of xerophytes and in open areas. The commonwealth forestry review, Oxford, 43 (3): 219-34. 1966.
- GOOR, A.Y. & BARNEY, C.W.* - Forest tree planting in arid zones. New York, Press, 1976. 504 p.
- HILLEL, D. & TADMOR, M.* - Water regime and vegetation in the Central Neger Highland of Israel. Ecology, 43: 33-41, 1962.

KARSCHON, E. & HETH, D. - The water balance of a plantation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Contributions of eucalypts in Israel, 3: 7-34, 1967.

LEE, R. - Forest hydrology. New York, Columbia University Press, 1980, 349 p.

PETTERSEN, S. - Introduction of meteorology. New York, McGraw-Hill, 1969.

WALTER, H. - Vegetation of the earth. New York, Springer-Verlag, 1977, 237 p.

ANEXO 1

PERGUNTAS FORMULADAS DURANTE AS SESSÕES

SÉRGIO BARROS / PROJETO RADAM BRASIL

Quais são as espécies nativas que tem sido experimentadas para o reflorestamento no nordeste?

Existem várias publicações do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - elaboradas pelo Eng^o Carlos Bastos Tigre que evidenciam a potencialidade de várias espécies arbóreas do Nordeste para o florestamento. Contudo, não se tem dados atualizados sobre o andamento dos experimentos que foram instalados ou planejados.

Provavelmente muitos destes experimentos não tiveram o acompanhamento adequado. Por outro lado, diversos experimentos com espécies nativas de caatinga vem sendo efetuados pelo Centro de Pesquisas Agropecuária do Trópico Semi-Árido, em Petrolina.

Nesta área experimental existem em experimentos de espaçamento, adubação e consorciação.

Os resultados com algumas espécies parecem bastante promissoras.

ORLANDO S. PASSOS / IBDF / BA

A sugestão de instalação de pequenos maciços florestais as margens das cidades no Nordeste alojaria a idéia das implantações de bosques com espécies adaptados às condições semi-áridas?

Os pequenos maciços florestais seriam instalados com espécies de rápido crescimento com o objetivo de suprir de imediato e madeira necessária para o consumo de pequenos centros urbanos. Isto pouparia a devastação das poucas reservas de florestais naturais remanescentes que apresentam grande valor ecológico na região do semi-árido.

Outro objetivo seria a implantação de grandes áreas florestadas, não necessariamente com espécies de rápido crescimento, mas com finalidades ecológicas de melhorar as características do solo, aumentar a infiltração da água da chuva e diminuir o assoreamento dos rios. Evidentemente, estas grandes áreas florestadas poderiam ter também finalidades agro-pastoris.

HILTON THADEU ZARATE DO COUTO / DS / USP

Haveria alguma possibilidade de se conjugar aspectos de produção de madeira e proteção ambiental através de técnicas de manejo adequado?

Do ponto de vista silvicultural qualquer tipo de manejo florestal deve ter como objetivo não apenas a produção de madeira mas também a proteção do solo e dos mananciais.

No Nordeste, face aos diversos problemas ecológicos característicos das regiões semi-áridas, maiores cuidados deverão ser tomados, tanto na implantação florestal como na exploração.

Sem dúvida a perspectiva de florestamento no Nordeste levante a imperiosa necessidade de que numerosas pesquisas de caráter ecológico e silvicultural sejam executadas antes de se iniciar empreendimentos florestais de grande envergadura.

SERGIO LUPATELLI / IPEF / MANASA

Na fórmula do Prof. Peterson $P_m = 20T_a + 140$ não entrou o fator qual idade dos solos. Como pode a floresta depender apenas da quantidade de água?

Do ponto de vista ecológico o principal fator limitante para a formação de uma floresta natural dentro do processo de sucessão ecológica não é o solo mas a precipitação pluviométrica. Existem solos florestais extremamente pobres, mas onde, em virtude da elevada precipitação, ocorrem florestas pujantes, como por exemplo, na amazônia. Contudo, podem ocorrer situações de solos extremamente pobres em nutrientes ou com elevado teor de elementos tóxicos que impedem a formação de florestas.

De maneira geral, entretanto, as grandes formações florestais ocorrem onde o suprimento de água é satisfatório para as exigências elevadas de água das espécies arbóreas florestais.