

Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta

Maria de Nazaré Martins Maciel¹

Departamento de Ciências Florestais
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará
Centro de Ciências Florestais e da Madeira
80210-170 Curitiba, PR - Brasil

Luciano Farinha Watzlawick², Emerson Roberto Schoeninger³

e Fabio Minoru Yamaji⁴

Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Universidade Federal do Paraná
80210-170 Curitiba, PR

(Recebido: 3 de outubro de 2001)

Abstract: The flux of energy irradiated by the sun is essential to the earth's life. The sun is the source of energy for photosynthesis and it is very important to regulate the vegetable's life. The present paper is about the solar radiation influence on the dynamics of the forest. Thus, first it was made a brief explanation about the specie's, classification in ecological groups. The objective was to learn about the solar radiation influence on the inside of forest at different stages and at the clearing formation. In order to understand the radiation effect starting on the seed germination until the structuring and flora composition of forest.

Key words: solar radiation, clearing, dynamics, forest, germination

Resumo: O fluxo de energia irradiado pelo sol é essencial para a vida na terra. Agindo diretamente como fonte de energia na fotossíntese, desempenha papel regulador na vida dos vegetais. O presente trabalho trata da influência da radiação solar na dinâmica da população

¹nmaciel@ig.com.br

²luciano.farinha@uol.com.br

³emer@floresta.ufpr.br

⁴fmyamaji@floresta.ufpr.br

vegetal. Assim sendo, inicialmente foi elaborada uma breve abordagem sobre as classificações das espécies em grupos ecológicos. Procurou-se conhecer a influência da radiação solar no interior da floresta dentro de seus vários estágios e quando da formação de uma clareira. Dessa forma, entender o efeito da radiação desde a germinação das sementes até a influência solar na estrutura e composição florística da floresta.

Palavras-chave: radiação solar, clareira, dinâmica, floresta, germinação

1 Introdução

Toda a vida na Terra é sustentada pelo fluxo de energia irradiada pelo sol e circulante na biosfera. A luz visível representa a parte do espectro de radiação eletromagnética que fica entre 380 nm (violeta) e 750 nm (vermelho), sendo a fonte de energia da qual todos os seres vivos dependem. Age diretamente como fonte de energia na fotossíntese, desempenhando papel regulador na vida dos vegetais (JARDIM *et al.*, 1993).

A luz é fundamental como fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento de todos os vegetais (WALTER, 1971). Através de várias respostas, desempenha importante papel no funcionamento, estrutura e sobrevivência de qualquer ecossistema (WHATLEY e WHATLEY, 1982). A distribuição local das espécies em uma comunidade florestal está fortemente influenciada pelas diferenças na disponibilidade de luz, que condiciona direta ou indiretamente grande parte dos processos de crescimento das plantas (WALTER, 1971).

A adaptação das espécies à luminosidade ambiental é importante, principalmente na fase juvenil, por condicionar mudanças morfogênicas e fisiológicas na sua estrutura e função, determinando o sucesso ou não da regeneração.

A importância desse fator tem levado diversos autores a classificar as espécies florestais em grupos ecológicos distintos, de acordo com sua capacidade de adaptação às condições de luminosidade ambiental, cujo conhecimento é chave importante para compreensão da dinâmica da floresta e seu manejo.

O presente trabalho, baseado em revisões de literatura, tem como objetivo estudar os efeitos da radiação solar na dinâmica de populações vegetais.

2 Radiação solar no interior da floresta

Em regiões cobertas com vegetação densa, especificamente florestas tropicais, somente uma pequena fração da radiação do sol chega ao solo, sendo variável no espaço e tempo (JANUÁRIO *et al.*, 1992). A radiação que atinge a superfície é dividida em duas frações: direta do sol e difusa. A direta é muito variável, pois depende da densidade de fluxo incidente, do tipo, tamanho, número e distribuição espacial de *sunflecks* (MILLER, 1971, citado por JANUÁRIO *et al.*, 1992). *Sunflecks* são pequenos espaços na estrutura do dossel da floresta por onde passa a luz. Na maioria das florestas, a folhagem do dossel é arranjada de tal forma que existem esses espaços por onde a luz penetra diretamente até a vegetação que se encontra

junto ao solo da floresta (EVANS, 1965). Segundo CHAZDON e FETCHER (1984), nas florestas da Nigéria, foi determinado que os *sunflecks* ocupam de 20 a 25 por cento da área do piso da floresta ao meio dia.

Os *sunflecks* produzem, no solo da floresta, imagens do sol, efetivamente, com a mesma composição espectral da luz solar direta, porém com reduzida intensidade (EVANS, 1965). Através dessas numerosas “nesgas” no dossel, a radiação solar direta chega ao solo da floresta e as condições podem facilmente mudar onde, à medida que o dossel torna-se mais denso em relação à luz transmitida, a fração da radiação total devida aos *sunflecks* aumenta.

Conforme CHAZDON e FETCHER (1984), os *sunflecks* contribuem fortemente para o microclima luminoso que existe no interior da floresta. As condições de luminosidade no interior de uma floresta são muito diferentes das de um ambiente aberto. No solo da floresta, existem espécies germinando, crescendo e se reproduzindo; portanto, a luz é um fator essencial para que esses processos ocorram. É necessário que, no interior da floresta, haja qualidade e quantidade suficiente de luz para ativar esses processos, e as espécies que ali se encontram, devem ser capazes de absorvê-la (JARDIM et al., 1993).

Segundo LONGMAN e JENIK (1981), a quantidade de luz que atinge o solo da floresta depende da estrutura do dossel e da posição do sol em relação à superfície. O pequeno ângulo de incidência no início da manhã e final da tarde aumenta o percurso dos raios de luz através do dossel (Figura 1). A intensidade relativa no solo florestal é diminuída consideravelmente, uma vez que os raios oblíquos são obstruídos pelas folhas, ramos, fuste e o número de *sunflecks* também diminui. A intensidade de luz também é influenciada pela sazonalidade, principalmente devido aos períodos nublados que, incidentalmente, também removem o componente *sunfleck*. Pode haver também flutuações dentro a floresta causadas pela fenologia das espécies. Segundo CHAZDON e FETCHER (1984), esses fatores interagem de maneira complexa, produzindo um padrão heterogêneo de microclimas luminosos dentro da floresta.

Segundo JACOBS (1988), do nível do chão ao dossel superior da floresta, há um aumento na intensidade de luz (Figura 2). Cachan e Duval (CACHAN, 1963; CACHAN e DUVAL, 1963) registraram gradientes verticais de iluminação em um perfil completo de uma floresta tropical, medindo a intensidade luminosa do topo das árvores emergentes até o solo da floresta. Os dados mostram um profundo efeito de crivagem do estrato médio do dossel fechado: enquanto a iluminação no topo das árvores (a 46 m de altura) foi de 100.000 lux, a 33 m, ainda acima do estrato médio, foi de 25.000 e somente 800 lux a 1 m do piso.

Para WHITMORE (1978), as principais diferenças entre o ambiente na clareira e sob o dossel fechado são um aumento na luz e mudanças na sua qualidade, aumento em temperatura e déficit de saturação.

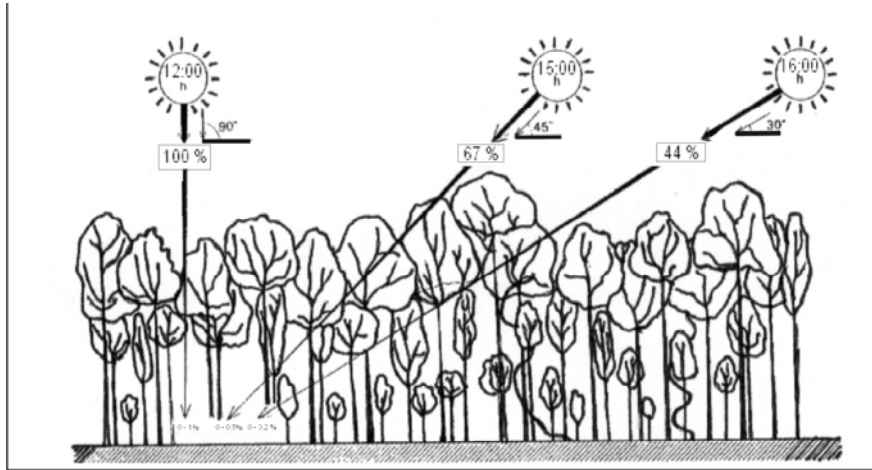


Figura 1. Representação do efeito da estrutura da floresta sobre a penetração de luz de diferentes ângulos. Desenho generalizado com o sol no zênite ao meio dia e mudanças em diferentes horas do dia na intensidade relativa de luz acima do dossel e no piso da floresta (LONGMAN and JENIK, 1981).

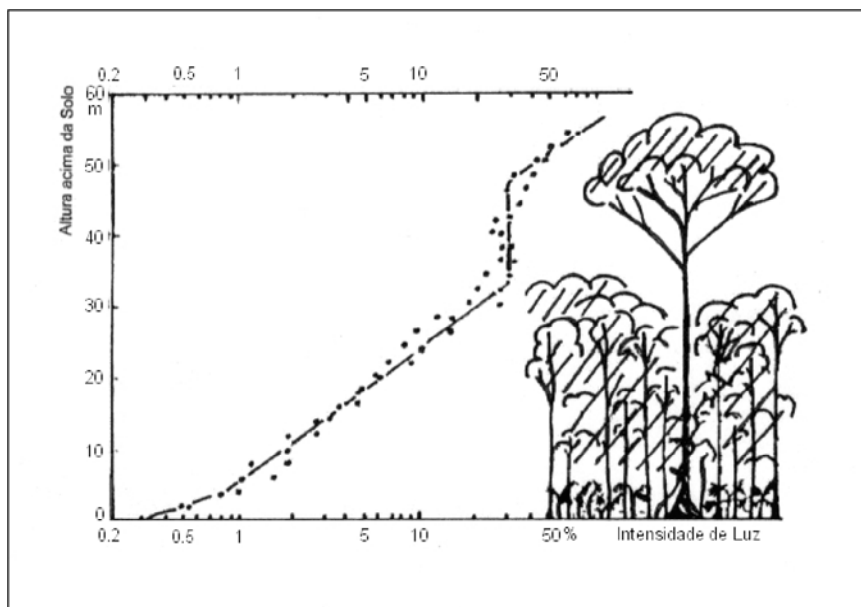


Figura 2. Intensidade de luz penetrando através das folhas de uma floresta tropical a alturas variadas sobre o piso da floresta (JACOBS, 1988).

Segundo ORIAN (1982), a entrada de luz até o solo da floresta aumenta com o tamanho da clareira (Figura 3), diminui com a altura do dossel e com o tempo a partir da formação da clareira, em consequência do fechamento desta pelas árvores vizinhas.

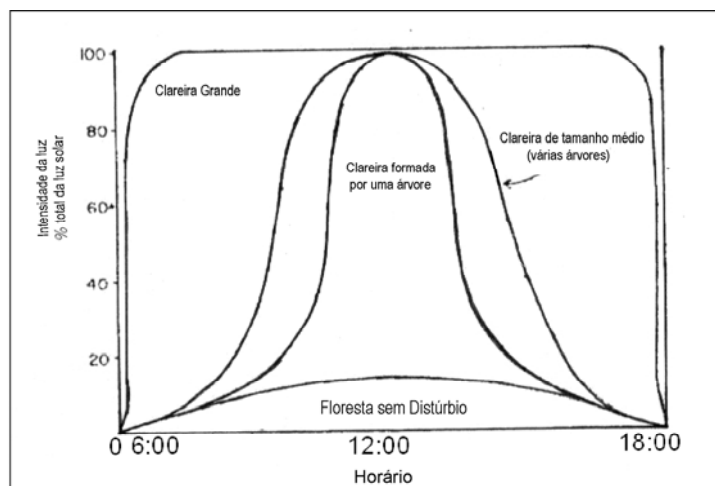


Figura 3. Diagrama representativo do provável padrão diurno da intensidade de luz em floresta não perturbada e em clareiras de diferentes tamanhos em dia claro (ORIANNS, 1982).

JANUÁRIO *et al.*, (1992), estudando a radiação solar dentro e fora da floresta em Tucuruí/PA, num intervalo de horário de 07:00h a 17:40h, obteve que a radiação média que atingiu o chão da floresta foi 4,7 por cento da radiação incidente em área de clareira, com variações no fluxo de energia solar entre 11:00h e 15:00h, o que foi atribuído aos períodos de nebulosidade. Para os períodos nos quais não ocorreram interferência de nuvens (15:00h às 17:00h), a radiação medida no chão teve comportamento similar à curva de radiação medida na área de clareira (Figura 4).

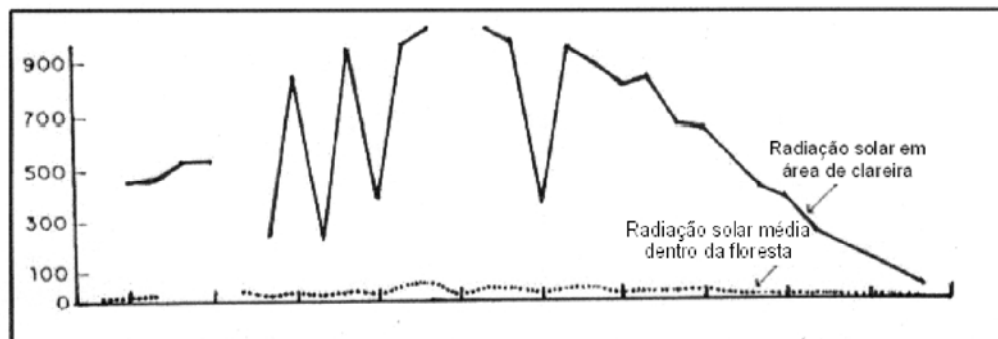


Figura 4. Distribuição temporal da radiação solar dentro e fora da floresta. (JANUÁRIO *et al.*, 1992).

3 Classificação das espécies em grupos ecológicos

É amplamente reconhecida, entre as espécies arbóreas, a existência de grupos com características biológicas comuns e que utilizam os recursos do ambiente de

maneira semelhante, apresentando os mesmos padrões gerais de regeneração natural e potencial de crescimento. Esse conceito está intimamente vinculado ao ciclo de regeneração das florestas tropicais (BUDOSWSKI, 1965; DENSLOW, 1980; HARTSHORN, 1978; WHITMORE, 1984; SWAINE e WHITMORE, 1988; FINEGAN, 1992). Muitos termos, com diferentes terminologias, se encontram na literatura, porém os conceitos fundamentais são os mesmos.

O recurso principal na determinação do comportamento das espécies é a luz. Em um extremo, algumas espécies podem germinar e crescer sob o dossel, grupo conhecido como espécies clímax, primárias (WHITMORE, 1984; SWAINE e WHITMORE, 1988), tolerantes (LAMPRECHT, 1993) ou ainda esciófitas (FINEGAN, 1992). No outro extremo, existem espécies cuja regeneração não é encontrada sob o dossel (*in situ*), aparecendo somente depois da abertura de clareiras. Esse grupo é conhecido como espécies pioneiras, secundárias (WHITMORE, 1984; LAMPRECHT, 1993) ou ainda heliófilas (FINEGAN, 1992).

WHITMORE (1984) propõe a subdivisão desses dois grupos extremos em subgrupos menores, com características mais intermediárias e específicas. De acordo com esse autor, as espécies arbóreas em uma floresta se classificam, segundo o seu tipo de resposta a aberturas no dossel, em cinco grupos: árvores cujas plântulas se estabelecem e crescem sob o dossel; árvores que germinam e crescem sob o dossel, mas que apresentam alguns sinais de beneficiar-se com a existência de aberturas; árvores que se estabelecem sob a cobertura, mas que requerem a existência de aberturas no dossel para crescerem; espécies pioneiras que se estabelecem e crescem somente em aberturas onde a luminosidade é abundante.

4 Efeito da radiação na dinâmica de população vegetal

Quando uma clareira é formada, um microclima adverso da mata fechada aparecerá com mudanças na qualidade e intensidade de luz, umidade e temperatura do solo, bem como nas propriedades do solo, incluindo o aumento no processo de decomposição e disponibilidade de nutrientes e exposição do solo mineral (VIEIRA e HIGUCHI, 1990). Segundo WHITMORE (1978), o tamanho da clareira influencia o microclima, que, por sua vez, é diferenciado da área com o dossel fechado, ocorrendo um aumento da quantidade de luz, temperatura e diminuição da umidade relativa do ar. Essa mudança microclimática influencia na composição florística, pois há diferentes necessidades ecofisiológicas das espécies.

Essas mudanças no meio físico alteram o meio biológico: mudas estabelecidas, mas sensíveis à luz solar morrerão; outras plântulas de espécies pioneiras aparecerão; outras terão uma maximização do crescimento (VIEIRA e HIGUCHI, 1990).

Segundo ORIAN (1982), muitas espécies comuns a grandes áreas perturbadas são bastante raras em simples clareiras, sugerindo que o tamanho da clareira pode ser uma importante variável que afeta a germinação de sementes e a sobrevivência de plântulas, em consequência da influência que exercem sobre os fatores físicos.

4.1 Germinação

Para JARDIM *et al.* (1993), a vegetação de um local é formada por um componente real e por um componente potencial: o primeiro, representado por indivíduos de espécies presentes e o segundo, por sementes e propágulos existentes no solo. O banco de sementes conserva-se no solo, sem germinar, em razão de fatores bióticos (inibidores químicos, período de latência, atividades de microorganismos, etc.) e de fatores abióticos (luz, temperatura, umidade, etc.).

Segundo WATLEY e WATLEY (1982), as sementes da maioria das espécies podem começar a germinar desde que tenham água, oxigênio e temperatura adequada. Sementes de muitas espécies, porém, não germinarão imediatamente, sendo chamadas dormentes e necessitando de um estímulo adicional para germinarem.

As sementes da maioria das espécies sucessionais iniciais permanecem dormentes no solo por um longo período e, tão logo sejam estimuladas pela luz e/ou alta temperatura, germinam, o que normalmente ocorre após a formação de uma clareira WHITMORE (1978).

Segundo BICKFORD e DUNN (1984), existem três tipos principais de resposta da germinação à luz branca: estimulação por uma irradiação curta, estimulação por uma irradiação intermitente ou prolongada e inibição por irradiação prolongada.

Embora a luz branca seja eficaz na quebra da dormência das sementes fotosensíveis, nem todos os comprimentos de onda que a constituem são igualmente eficazes. Através do uso de luz monocromática, já foi possível determinar um espectro de ação para o estímulo (600 a 690 nm, luz vermelha) e para inibição (720 a 780 nm, vermelho-distante). A luz com comprimento de onda abaixo de 550 nm (luz azul) é relativamente inibitória. Os efeitos sobre a estimulação e inibição por vermelho e vermelho distante são totalmente reversíveis (WHATLEY e WHATLEY, 1982).

De acordo com GRIME (1981), as respostas da germinação à luz são mediadas pela presença de fitocromo (F) na semente, o qual existe em duas formas interconversíveis, uma das quais (F650) absorve luz na região do vermelho, enquanto a outra (F730) absorve o vermelho distante. Dessa forma, a capacidade germinativa depende da razão v:vd na luz que chega na semente. A diminuição do componente vermelho da luz filtrada através do dossel tem um forte efeito inibidor na germinação de sementes de certas espécies.

Segundo GOMEZ-POMPA *et al.* (1976), a germinação de espécies do início da sucessão sob o dossel é inibida pelo vermelho-distante, que é o comprimento de onda predominante na floresta fechada. Ao contrário das sementes de espécies pioneiras, algumas sementes de árvores da floresta primária são capazes de germinar à sombra.

Outro fator que pode conduzir à germinação maciça de sementes fotoblásticas positivas presentes no solo é o distúrbio ou modificação da estrutura do solo, provocando a exposição de sementes à luz (SAVER e STRUJK, 1964).

LEAL FILHO (1995), estudando a germinação de sementes provenientes do banco de sementes em áreas com e sem distúrbios após o primeiro ano de exploração em Manaus, verificou que o número de sementes germinadas foi maior nas áreas de maiores distúrbios e que também apresentam os mais elevados níveis de luz (Figura 5). O

autor verificou também que, nas áreas onde houve distúrbios, as espécies com maior densidade de plântulas originadas do banco de sementes foram as pioneiras ou intolerantes, como: *Bellucia imperialis* (goiaba de anta), *Miconia regelli* (tinteiro), *Cecropia sp.* (embaúba), *Goupia glabra* (cupiúba), *Byrsonima sp.* (murici de anta) e *Pourouma sp.* (embaubarana). Na área onde não houve distúrbio, as espécies de maior densidade foram a *Rinorea guianensis* (falsa cupiúba), *Duguetia sp.* (envira amarela), *Eschweilera odora* (matamata amarelo), *Protium apiculatum* (breu vermelho), nenhuma considerada como pioneira na região.

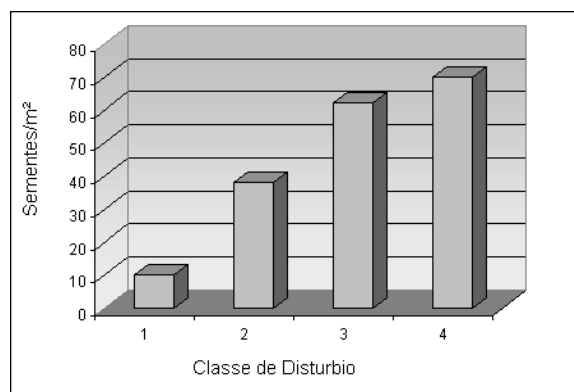


Figura 5. Número de sementes germinadas no banco de sementes, logo após a exploração nas diferentes classes de distúrbio: 1) Floresta intacta (0% de abertura do dossel); 2) Distúrbio leve (pequena clareira); 3) Distúrbio moderado (médias clareiras); 4) Distúrbios fortes (grandes clareiras).

4.2 Crescimento vegetativo

Segundo WHITMORE (1978), uma floresta é um mosaico de manchas em diferentes estádios de maturidade, cujo ciclo de crescimento se inicia com uma clareira. Para muitas espécies, um dos principais fatores que regulam a estrutura da população é a chance de ocorrência de uma clareira sobre as plântulas, a qual lhes permite crescer.

Segundo HARTSHORN (1978), aproximadamente 7 por cento das 10 espécies de árvores do dossel do povoamento por ele estudadas dependem de luz das clareiras para se regenerar com sucesso. UHL e MURPHY (1981) mencionam a existência de um banco de plântulas e mudas por longos períodos, à espera de um distúrbio que favoreça seu crescimento.

Segundo BAZZAZ e PICKETT (1980), pequenas clareiras favorecem o crescimento de regeneração avançada, como é o caso de plântulas e mudas já estabelecidas antes da formação da clareira. Por outro lado, em clareiras muito grandes, esses indivíduos podem crescer pouco ou mesmo morrer em virtude da alta carga de radiação (WHITMORE, 1978).

A radiação solar que chega a uma clareira incide sob diferentes ângulos, conforme o ponto considerado na clareira. Assim, a influência da localização de um indivíduo

jovem sobre a quantidade de luz e calor que ele recebe também varia com o tamanho e com a altura do dossel (ORIAN, 1982). Quanto mais próximo da bordadura da clareira uma planta cresce, mais crítica se torna a luz disponível (Figura 6).

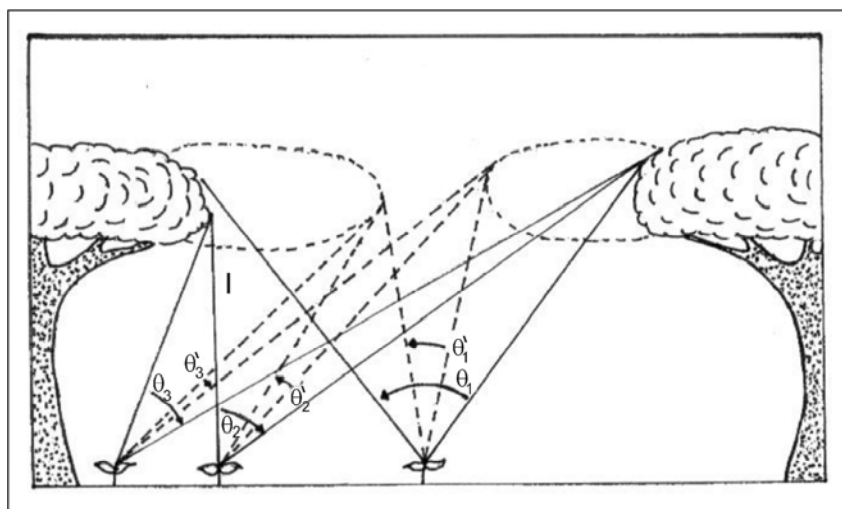


Figura 6. Direções da radiação solar incidente como função do tamanho da clareira e da posição da planta na clareira. Os ângulos maiores (linhas cheias) representam radiação solar direta em grandes clareiras (árvores bem marcadas). Em pequenas clareiras, ou muito depois, numa grande, a radiação solar direta chega em ângulos mais estreitos (linhas tracejadas). Uma planta no centro sempre recebe mais luz que uma na periferia (ORIAN, 1982).

Segundo RIERA (1990), citado por JARDIM *et al.*, (1993), a radiação incidente global passa de 1 a 3,5 por cento, antes da abertura, para 5 a 13 por cento em clareiras de tamanho médio (300 m²) e para 25 por cento ou mais em grandes clareiras (1000 m²). Essas modificações também são acompanhadas por um aumento na amplitude térmica diária, que passa de dois para oito graus no centro de clareiras médias. De acordo com o tamanho da clareira e no sentido da periferia para o centro, existe uma modificação no ambiente vegetal que se superpõe aos gradientes microclimáticos. Essa gradação também aparece com relação aos três potenciais de colonização: vegetativo, imigrante e banco de semente. O potencial vegetativo, constituído de brotação de árvores de espécies do sub-bosque e de pioneiras preexistentes, é importante nas pequenas clareiras e na bordadura das grandes.

Segundo DENSLOW (1980), existem dois grupos em extremos opostos do espectro de estratégias de regeneração dependentes de clareiras. O primeiro grupo engloba as especialistas de grandes clareiras, que são as espécies pioneiras, heliófilas e de rápido crescimento, cujas plântulas ocorrem somente em clareiras. No outro extremo estão as especialistas de pequenas clareiras, que, tipicamente, possuem grandes sementes, são de crescimento lento, possuem plântulas e mudas tolerantes à sombra, mas que ocorrem tanto na floresta fechada como nas clareiras.

De acordo com BARTON (1984), é provável que as condições de luz em pequenas clareiras aumentem a taxa de crescimento e a sobrevivência de espécies tolerantes de pequenas clareiras, mas que sejam insuficientes para germinação e para sobrevivência de espécies heliófilas. Ainda segundo o mesmo autor, muitos estudos têm demonstrado a existência de espécies capazes de se regenerar somente em grandes clareiras. Seus resultados sugerem que as bordaduras de grandes clareiras são excelentes sítios de regeneração para espécies tolerantes, provavelmente por causa de alto fluxo de luz com relativamente pequena competição das pioneiras. Por outro lado, existe pouca evidência acerca do partilhamento do sítio de regeneração entre espécies pioneiras e espécies tolerantes. Contudo, os dois grupos podem, até certo ponto, partilhar a heterogeneidade encontrada em grandes clareiras.

De acordo com ROSS (1954), citado por JARDIM *et al.*, (1993) o crescimento de árvores de espécies características do início da sucessão nos trópicos pode ser extremamente rápido. Observou-se que grandes crescimento em altura, de até 5 m/ano, são comuns, sendo o crescimento diamétrico também elevado. Entretanto, em comparação com espécies pioneiras, as árvores sucessionais tardias crescem mais lentamente. Segundo BAZZAZ e PICKETT (1980), a média da taxa de crescimento para as espécies secundárias pode ser duas a três vezes maior que para as espécies de dipterocarpáceas de florestas naturais.

Em florestas primárias, onde a quantidade de energia luminosa que atinge o sub-bosque é muito pequena, o nível de crescimento em altura de mudas é bastante inferior ao observado em áreas abertas e em florestas secundárias.

LEAL FILHO (1995) verificou que o incremento médio em diâmetro e altura para as plântulas e mudas de espécies tolerantes e intolerantes cresceu com a elevação da intensidade de luz na floresta, sendo que as espécies tolerantes apresentam respostas de crescimento limitada no período inicial, logo após o aumento de luz (Figura 7).

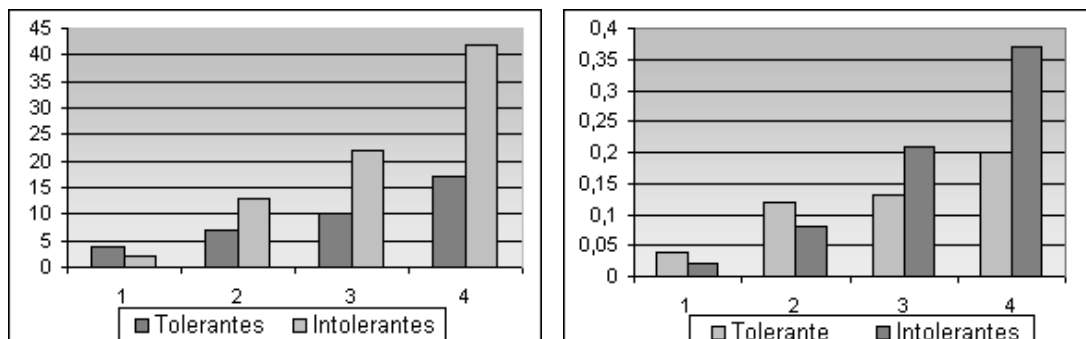


Figura 7. Taxas de incremento em diâmetro (A), e incremento em altura (B) para espécies tolerantes e intolerantes, logo após a exploração, em diferentes classes de distúrbio: 1) Floresta intacta (0% de abertura do dossel), 2) Distúrbio leve (pequena clareira), 3) Distúrbio moderado (médias clareiras), 4) Distúrbios fortes (grandes clareiras).

Segundo SILVA (1989), diferenças entre taxas de crescimento podem também estar correlacionadas com a menor ou maior quantidade de luz recebida pelas copas. Árvores que recebem mais luz crescem significativamente mais rápido do que aquelas

sob sombra, ou seja, observa-se uma clara tendência na diminuição do incremento médio em DAP com o decréscimo da quantidade de luz recebida pelas copas. Esse mesmo autor, analisando o crescimento em diâmetro de árvores com DAP > 10 cm sob diferentes níveis de iluminação de copa em uma floresta primária explorada, na região do Tapajós/Pará, verificou que as que recebiam iluminação total superior cresciam aproximadamente 30 por cento mais que as parcialmente sombreadas e 57 por cento a mais que as sem iluminação direta.

OLIVEIRA (1995), analisando uma floresta secundária, também verificou que as árvores que receberam iluminação total apresentaram crescimento significativamente superior às que receberam iluminação parcial, que, por sua vez, foram superiores às totalmente sombreadas.

4.3 Estrutura e composição florística

Por causa da alta diversidade de espécies em florestas em sucessão, pode existir um amplo gradiente de respostas ao ambiente de luz e temperatura que se forma nessas condições (JONES, 1956, citado por JARDIM *et al.*, 1993). RICHARDS (1952) comenta que a presença de indivíduos nas diferentes classes e estratos de povoamentos florestais depende do seu comportamento reprodutivo e de sua exigência em termos de luz, umidade e nutrientes, principalmente nos estágios iniciais.

A análise da distribuição diamétrica de uma espécie dá uma informação preliminar do caráter dessa espécie com relação à luz. Espécies tolerantes são aquelas com distribuição na forma exponencial negativa (J invertido). Espécies com distribuição errática, com ausência de indivíduos nas classes menores, são chamadas de pioneiras, fortemente heliófilas. Espécies com comportamentos intermediários entre esses extremos são chamadas de oportunistas, podendo ser de grandes ou de pequenas clareiras, conforme sejam mais ou menos heliófilas (ROLLET, 1978).

Existe um grande contraste entre as condições, não somente de iluminação, como também de umidade relativa e correntes de ar entre o estrato superior e o inferior da floresta; por isso, uma espécie bastante abundante no estrato superior pode também ser bem representada no estrato inferior de varas e mudas, enquanto outras espécies igualmente abundantes no dossel superior podem ser pouco ou quase nada representadas no sub-bosque (RICHARDS, 1952).

Segundo JARDIM *et al.* (1993), são os diversos microambientes formados nas clareiras que favorecem o desenvolvimento das espécies na floresta, mudando o nível de recursos disponíveis e a eficiência de recrutamento ou ingresso. O estudo de ingressos em florestas tem importância fundamental no entendimento das mudanças que ocorrem ao longo do tempo na estrutura e composição florística de povoamentos naturais.

5 Conclusões

A luz é fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento de todos os vegetais, desempenhando importante papel no funcionamento, estrutura e sobrevivência de qualquer ecossistema.

Os principais fatores que afetam o regime de luz no interior de uma floresta são a posição do sol, as condições atmosféricas e a estrutura da vegetação. A complexa interação desses fatores produz um padrão heterogêneo de microclima luminoso dentro da floresta que é, em grande parte, responsável pelo caráter dinâmico da vegetação que ele suporta.

Sob um dossel, uma grande parte da luz que atinge a camada mais baixa está sob a forma de alguns raios de sol que penetram através de brechas no dossel sunflecks, os quais são importante fonte de iluminação para essa vegetação, principalmente em florestas densas.

O processo sucessional em florestas tropicais úmidas depende fundamentalmente da formação de clareiras, o que torna mais intensa a chegada de luz até o solo florestal. A luz que chega no interior da clareira depende de sua forma, tamanho e localização e a grande diversidade da floresta tropical é consequência da adaptação das espécies a esse gradiente de luminosidade.

Referências

- BARTON, A. M. Neotropical pioneer and shade - tolerant tree species: do they partition treefall gaps? *Tropical Ecology*, v. 25, 1984, p. 196-202.
- BAZZAZ, F. A. & PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: A comparative review. *Ann. Ver. Ecol. Syst.*, v. 11, 1980, p. 287-310.
- BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. *Turrialba*, v.15, n. 1, 1965, p. 40-2.
- CACHAN, 1963, *apud* LONGMAN and JENIK, 1981.
- CACHAN and DUVAL, 1963, *apud* LONGMAN and JENIK, 1981.
- CHAZDON, R. L. & FETCHER, N. - 1984. *Light environments of tropical forests*. In: (MEDINA, E.; MOONEY, H. A and VASQUES YANES, C. eds). *Physiological ecology of plants of the wet tropics*. p. 27 - 36.
- DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, v. 12, 1980, p. 47-55.
- EVANS, G.C. *Model and measurement in the study of woodland light climates*. In: (BAINBRIDGE, R.; EVANS, G. C. and RACKHAM, O. eds). *Light as an ecological factor*. p. 53-76.
- FINEGAN, B. *Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforesteria*. Turrialba: Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, 1992.
- GOMEZ-POMPA, A. ; VASQUES-YANES, C.; AMO RODRIGUES, S.; CERVERA, A. B. *Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Veracruz, México*. México: Continental, 197.

- GRIME, J. P. *Plant strategies in shade*. In: (SMITH, H. ED). *Plants and daylight spectrum*. 1981, p. 159-186.
- HARTSHORN, C. *Tree falls and tropical forest dynamics*. In: TOMLINSON, Z. *Tropical trees as living systems*. London: Cambridge Univ. Press, 1978, p. 617-38.
- JACOBS, M. *The tropical rain forest; a first encounter*. Berlin: Springer Verlag, 1988.
- JANUÁRIO, M.; VISWAANA DHAM, Y.; SENNA, R. C. Radiação solar dentro e fora de floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí-Pará). *Acta Amazônica*. v. 22, n. 3, 1992, p. 335-34.
- JARDIM, F. C. S.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, A. L. *Dinâmica de sucessão natural em clareiras de florestas tropicais*. Viçosa: SIF, 1993. - (Documento SIF, 010).
- LAMPRECHT, H. *Silviculture in the tropical natural forests*. In: PANCEL, L. *Tropical Forestry Handbook*, Springer-Verlag, 1993, p. 782-810.
- LEAL FILHO, N. *Efeito dos distúrbios provocados pela exploração florestal sobre a regeneração natural da floresta natural tropical úmida na Amazônia Central Brasileira*. INPA, Manaus, 1995.
- LONGMAN, K. A. and JENIK, J. *Tropical forest and its environment*. New York: Longman, 1981.
- OLIVEIRA, L. C. *Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no estado do Pará*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.
- ORIAN, G. H. The influence of tree-falls in tropical forests in tree species richness. *Tropical Ecology*, v. 23, n. 2, 1982, p. 255-79.
- RICHARDS, P. W. *The tropical rain forest*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1952.
- ROLLET, B. *Arquitetura e crescimento das florestas tropicais*. S.l.; 2^a ed., 1978.
- SAVER, J. and STRUJK, G. A possible ecological relation between soil disturbance, light flash and seed germination. *Ecology*, v. 45, 1964, p. 884-6.
- SILVA, J. N. M. *The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging*. Oxford: 1989 - Oxford University.
- SWAINE, M. D. and WHITMORE, T. C. On definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, v. 75, 1988, p. 81-86.
- UHL, C. and MURPEY, P. G. Composition, structure, and regeneration of a terra firme forest in the knazon basin of Venezuela. *Tropical Ecology*, v. 22, n. 2, 1981, p. 219-37.

- VIEIRA, G. e HIGUCHI, N. *Efeito do tamanho de clareira na regeneração natural em floresta mecanicamente explorada na Amazônia Brasileira*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. 1990. Resumos. Campos do Jordão, 1990, p. 22-27.
- WALTER, H. *Ecology of tropical and subtropical vegetation*. Edinburg: Oliver & Boyd, 1971, p. 1-29.
- WATLEY, J. M. and WATLEY, F. R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo. EPU-EDSP, 1982. (Temas de Biologia, 30).
- WHITMORE, T. C. *Gaps in the forest canopy*. In: TOMLINSON, Zimmerman. *Tropical trees as living systems*. London: Cambridge Univ. Press, 1978, p. 639-55.
- WHITMORE, T. C. *Tropical rain forest of the far east*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1984.