



# CONSEQÜÊNCIAS DO CORTE SELETIVO DE MADEIRA SOBRE A FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A DE DIFERENTES GRUPOS SUCESSIONAIS EM UMA MATA DE TABULEIROS

Rabelo, G. R. <sup>1</sup>

Silva, M. V. A. <sup>1</sup>; Cruz, R. A. <sup>1</sup>; Pinho, E. I. B. <sup>2</sup>; Ribeiro, D.R. <sup>2</sup>; Freitas, A.V. <sup>2</sup>; Vitória, A. P. <sup>2</sup>; Da Cunha, M. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Setor de Biologia Vegetal, Laboratório de Biologia Celular e Tecidual/CBB/UENF <sup>2</sup> - Laboratório de Ciências Ambientais/CBB/UENF Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Biociências e Biotecnologia, Av. Alberto Lamego s/n, Pq Califórnia, Campos dos Goytacazes, CEP: 28013 - 602, Rio de Janeiro, Brazil. rabelogr@uenf.br

## INTRODUÇÃO

O corte seletivo de madeira é considerado um dos principais motivos pelo aparecimento de clareiras de origem antrópica nas florestas brasileiras (Rondon Neto *et al.*, 000). Tais clareiras promovem mudanças qualitativas e quantitativas na luminosidade, na umidade e na temperatura nas quais os organismos estão expostos (Almeida, 1989), alterando a estrutura e composição da comunidade através do estabelecimento de várias espécies pioneiras e intolerantes a sombra (Whitmore, 1989; Clark *et al.*, 993; Tabarelli & Mantovani, 1997; Rondon Neto *et al.*, 000; Schnitzer & Carson, 2001).

O processo de aclimação das plantas no sub - bosque diante das novas condições de alta irradiância da clareira demonstra íntima associação entre a adaptação na anatomia e na eficiência fotossintética (Carpenter and Smith, 1981; Ashton and Berlyn, 1992). Contudo, como diferentes grupos sucessionais necessitam de específicas condições de luz, nutrientes e temperatura (Strauss - Debenedetti e Bazzaz, 1996), o desempenho na capacidade de aclimação também pode diferir extraordinariamente entre as espécies destes grupos. Segundo Bazzaz e Pickett (1980), em geral, os estágios iniciais de sucessão possuem maiores pontos de compensação e maiores taxas fotossintéticas e podem apresentar maior plasticidade fotossintética em comparação aos estágios mais tardios (Strauss - Debenedetti e Bazzaz, 1991; Strauss - Debenedetti e Berlyn 1994).

Em busca de uma melhor predição sobre os efeitos do corte seletivo ilegal de madeira sobre esta comunidade vegetal na Estação Ecológica de Guaxindiba, foi desenvolvido um estudo ecofisiológico em três grupos sucessionais.

## OBJETIVOS

Avaliar a eficiência fotoquímica do fotossistema II a partir da emissão de fluorescência da clorofila a em espécies

amostradas em clareiras formadas pelo corte seletivo ilegal de madeira, pertencentes a três grupos sucessionais.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Caracterização da área de estudo* - A Estação Ecológica de Guaxindiba, regionalmente conhecida como Mata do Carvão localiza - se na propriedade da Fazenda São Pedro (21°24' S e 41°04' W), no município de São Francisco do Itabapoana ao norte do estado do Rio de Janeiro. O clima é classificado como Aw (Köppen, 1948). Possui uma precipitação média anual de aproximadamente 1000 mm e solo classificado como Argissolo (Podzólico) Amarelo Álico de alta granulometria, baixa capacidade de retenção de água e pobre em nutrientes (Villela *et al.*, 006).

*Seleção das espécies*-Foi selecionada uma espécie de cada grupo sucessional: Pioneira - *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae); Secundária inicial *Actinostemon verticillatus* (Kl.) Baill. (Euphorbiaceae); Secundária tardia *Metrodorea brevifolia* var. *nigra* Engl. (Rutaceae).

*Emissão de Fluorescência da Clorofila a* Os parâmetros de emissão de fluorescência da clorofila a foram realizados nos períodos de 9:30h, 12:00h e 15:00 h. Foi utilizado o fluorímetro modulado portátil FMS2 (Hansatech, UK). As medidas foram feitas na região central da superfície adaxial (evitando - se a região da nervura central) de 5 folhas intactas, completamente expandidas, saudáveis (livres de necrose ou ferimentos) e com coloração semelhante. As folhas foram expostas ao escuro, com auxílio de pinça, por 30 minutos, sendo posteriormente expostas a luz de medição (aproximadamente 6 mol. m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> a 660 nm), seguida pela exposição à luz branca actínica de alta intensidade (10.000 mol. m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>), aplicada por 0,8 segundos, conforme adaptação das técnicas descritas por Genty *et al.*, (1989) e Van Kooten & Snel (1990). Foram registradas e submetidas à análise as seguintes variáveis da cinética de fluorescência da clorofila a: Fluorescência mínima (F0);

Fluorescência máxima (Fm); Eficiência quântica potencial (Fv/Fm); Eficiência quântica efetiva [ $F/Fm' = (Fm' - F)/Fm'$ ]; Coeficientes de extinção da fluorescência: fotoquímico (qP) e não - fotoquímico (qN e NPQ).

#### *Delineamento amostral e análises estatísticas*

Foram amostrados três folhas em cada um dos três indivíduos, um dia após a formação de uma clareira (Clareira de 1 dia) e repetidas as medições dois meses após (Clareira de 2 meses), como controle foram mesurados três folhas em cada um dos três indivíduos em áreas da mata sem vestígios recentes de clareiras. A mesma amostragem foi repetida para a espécie pioneira, entretanto esta se encontra em ambiente totalmente aberto na borda da mata. Diferenças entre as espécies e as clareiras foram determinadas por análise de variância (one - way ANOVA) e teste Tukey - HSD para múltiplas comparações (Zar, 1996).

## RESULTADOS

*M. brevifolia* apresentou valores significativamente maiores de F0 às 12h na clareira de um dia (162,00) que no interior e (235,14), e levemente menor na clareira de 2 meses (217,88), porém ainda significativamente maior que os valores do interior. O mesmo padrão foi observado para *A. verticillatus*, porém não significativamente. Maiores valores de F0 sugerem comprometimento na capacidade de transferência de energia do complexo de captação de luz ao centro de reação do PSII (Bolhàr - Nordenkampf *et al.*, 1989). Nota - se que, comparativamente, a espécie pioneira *S. terenbinthifolius* apresentou significativamente o menor valor (115,33) de F0 às 12h, sugerindo uma boa eficiência na captação e transferência de energia, uma vez que esta planta já está adaptada ao ambiente. Semelhantemente, *A. verticillatus* também sugeriu uma boa eficiência na captação e transferência de energia tendo em vista a não significância das diferenças entre a mata e a clareira.

Por sua vez, *M. brevifolia* apresentou valores semelhantes de Fm às 12h no interior e na clareira de 1 dia (1136,22 e 1040,71, respectivamente), e valores ainda maiores (1312,25) na clareira de 2 meses. *A. verticillatus* apresentou menores valores no interior que na clareira de 1 dia (1136,22 e 815,57, respectivamente), e valores semelhantes entre o interior e a clareira de 2 meses (1136,22 e 1084,89, respectivamente). Enquanto *S. terenbinthifolius* apresentou os menores valores de Fm (707,56). De acordo com Maxwell e Johnson (2000), mudanças na eficiência de dissipação de calor são refletidas nos níveis de Fm. Desta forma, nossos resultados sugerem uma melhor eficiência na dissipação de calor pela pioneira, seguida da secundária inicial.

A eficiência quântica potencial, descrita pela razão Fv/Fm, é frequentemente utilizada como indicador de estresse ambiental (Bjoerkman e Demmig, 1987; Genty; Kraus). Comparando - se com o interior da mata (Fv/Fm:0,86 nos três horários mensurados), os indivíduos na clareira de um dia de *M. brevifolia* apresentaram baixos valores na razão Fv/Fm (9h:0,78; 12h e 15h:0,77), alcançando a estabilização na clareira de 2 meses, onde *M. brevifolia* obtém valores na razão Fv/Fm de 0,84. *A. verticillatus* presentes na clareira de um dia apresentou menores valores nos dois últimos

horários na razão Fv/Fm (9h:0,82; 12h:0,73 e 15h:0,76) comparados com a mata (9h:0,83; 12h:0,85 e 15h:0,84), e estabilizando na clareira de 2 meses (9h:0,82; 12h:0,81 e 15h:0,80). Enquanto *S. terenbinthifolius* apresentou valores Fv/Fm de 0,84 nos três horários. Segundo Bolhàr - Nordenkampf *et al.*, (1989), valores de Fv/Fm variando entre 0.75 e 0.85 refletem condições não estressantes para as plantas. Neste sentido, podemos verificar que embora apresentem valores na razão Fv/Fm dentro deste intervalo, os menores valores encontrados na clareira de um dia indicam que as espécies secundárias são afetadas pela maior irradiância ocasionadas pela formação de clareiras, sugerindo uma tendência de menor rendimento quântico dos indivíduos nos momentos iniciais após a formação da clareira. O coeficiente de extinção fotoquímico (qP) da fluorescência apresentou valores similares entre a pioneira e as secundárias presentes nas clareiras de um dia e dois meses (qP = 0,88 às 12h ) indicando que a maior parte da energia absorvida foram dirigidas para as reações fotoquímicas da fotossíntese (Bolhàr - Nordenkampf *et al.*, 1989), enquanto valores menores (qP = 0,78 às 12h ) para as secundárias amostradas nos ambientes mais sombreados como os do interior mata.

Nas plantas em que a conversão da energia é suprimida tendem a prevalecer o processo do coeficiente de extinção não - fotoquímico (NPQ) (Bolhàr - Nordenkampf *et al.*, 1989). As secundárias *M. brevifolia* (NPQ = 0,68) e *A. verticillatus* (NPQ = 0,63) mensurados na clareira de um dia, apresentaram valores menores que na clareira de dois meses (*M. brevifolia* NPQ = 0,72 e *A. verticillatus* NPQ = 0,67). Valores ainda menores foram observados nas secundárias da mata (*M. brevifolia* NPQ = 0,49 e *A. verticillatus* NPQ = 0,51), enquanto a pioneira apresentou NPQ = 0,81. Estes resultados indicam que as plantas mesuradas nas clareiras estejam dissipando mais energia na forma de calor, como forma de tentar manter as condições satisfatórias de rendimento quântico, em comparação com as plantas do interior mata. Em comparação, os maiores valores da pioneira *S. terenbinthifolius*, possivelmente indicam um melhor mecanismo regulatório de dissipação de energia térmica, o que permite enfrentar longos períodos de alta irradiância (Krause *et al.*, 001).

Em relação as secundárias, especialmente em relação a secundária tardia, observa - se nitidamente o processo de fotoinibição nos primeiros momentos de formação da clareira pelo excesso de radiação (Long *et al.*, 1994), possivelmente por uma estratégia de fotoproteção por desativação do PSII (Krause *et al.*, 1991) ou mesmo como parte de um mecanismo de ajuste da eficiência do PSII (Critchley 1994). Enquanto a espécies pioneiras, como *S. terenbinthifolius*, tipicamente possuem maiores pontos de compensação e maiores taxas máximas de fotossíntese, o que explica sua estabilidade em relação aos vários parâmetros mensurados (Bazzaz e Pickett, 1980).

## CONCLUSÃO

A despeito das diferenças microclimáticas entre os sítios nos quais os indivíduos foram amostrados, pode - se dizer que tanto as espécies secundárias (mensuradas no interior da

mata) quanto a pioneira (amostrada em ambiente aberto), apresentaram valores correspondentes a situações não estressantes. Entretanto, fica evidenciada a condição estressante do ambiente da clareira de um dia, especialmente em relação a secundária tardia, no que diz respeito a captação e transferência de energia assim como na eficiência de dissipação de calor. Embora seja observada a recuperação das plantas após dois meses de permanência em condições de alta irradiância (clareira de dois meses), justificando a grande representatividade de *A. verticillatus*, e principalmente *M. brevifolia*, na mata em estudo.

#### Agradecimentos

Este trabalho faz parte do estudo sobre a estrutura e ecofisiologia de espécies de Mata Atlântica desenvolvido no Setor de Biologia Vegetal, LBCT/CBB/UENF, financiado pela Faperj e CNPq.

#### REFERÊNCIAS

- Almeida, S.S., 1989. Clareiras naturais na Amazônia Central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal. Dissertação de mestrado. Manaus, Instituto de Pesquisas da Amazônia, INPA.
- Ashton, P.M.S., and G.P. Berlyn. 1992. Leaf adaptations of some Shorea species to sun and shade. *New Phytologist* 121: 587 - 596
- Bjoerkman, O., Demmig, B., 1987. Proton yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence at 77k among vascular plants of diverse origins. *Planta* 170, 489 - 504
- Bazzaz, F.A. & Pickett, S.T.A. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11:287 - 310.
- Bolhár - Nordenkampf, H.R., Long, S.P., Baker, N.R., Öquist, G., Schreiber, U., Lechner, E.G., 1989. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. *Funct. Ecol.* 3, 497-514.
- Carpenter, S. B. and N. D. Smith. 1981. A comparative study on leaf thickness among southern Appalachian hardwoods. *Canadian Journal of Botany* 59: 1393 - 1396
- Critchley, C., 1994. DI protein turnover: response to photo-damage or regulatory mechanism? In: Baker N.R.; Bowyer J.R. (eds) *Photoinhibition of photosynthesis*
- Genty, B., Briantais, J.M., Baker, N.R., 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim. Biophys. Acta* 990, 87-92.
- Krause, G.H., Weis, E., 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42, 313-439.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia*; versão para o espanhol de Pedro R. Hendrichs Pérez. Fondo de Cultura Económica, México.
- Long, S. P., Humphries, S., Falkowski, P. G. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annu Rev Plant Phys Plant Mol Biol* 45: 633 - 662
- Rondon Neto, R. M., Botelho, S. A., Fontes, M. A. L., Davide, A. C., Faria, J. M. R. 2000. Estrutura e composição florística da comunidade arbustiva - arbórea de uma clareira de origem antrópica, em uma floresta estacional semidecidual montana, Lavras - MG, Brasil. *CERNE* 6: 79 - 94.
- Schnitzer, S. A., Carson, W.P., 2001. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in tropical forest. *Ecology* 82: 913 - 919
- Strauss - Debenedetti S, Berlyn GP (1994) Leaf anatomical responses to light in five tropical Moraceae of different successional status. *Am. J. Bot* 81: 1582 - 1591
- Strauss - Debenedetti, S. & Bazzaz, F.A. 1991. Plasticity and acclimation to light in tropical Moraceae of different successional positions. *Oecologia* 87:377 - 387
- 1996. Photosynthetic characteristics of tropical trees along successional gradients. In *Tropical forest plant ecophysiology* (S.S. Mulkey, R.L. Chazdon & A.P. Smith, eds.). Chapman & Hall, New York, p.162 - 186.
- Whitmore, T. C., 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536 - 538
- Tabarelli, M., Mantovani, W., 1997. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Rvta brasil Bot* 20: 57 - 66
- Tabarelli, M.; Pinto, L.P.; Silva, J.M.C.; Hirota, M.M. & Bedê, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1(1): 132 - 138.
- Van Kooten, O., Snel, J.F.H., 1990. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynth. Res.* 25, 147-150.
- Villela, D. M., Nascimento, M. T., Aragão, L. E. O. C., Gama, D. M., 2006. Effect of selective logging on forest structure and cycling in seasonally dry Brazilian forest. *J Biogeography* 33: 506 - 516
- Zar, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis*. 3rd. edn. Prentice Hall, New Jersey