

## CARACTERIZAÇÃO DE CLAREIRAS EM ÁREAS DE MANGUEZAL NA BAÍA DE TURIAÇU, AMAZÔNIA COSTEIRA MARANHENSE.

Flávia Rebelo Mochel<sup>1</sup>  
Flávia Rejane Façanha Oliveira<sup>1</sup>

### RESUMO

O estudo da dinâmica florestal e da formação de clareiras no manguezal é um projeto de longo prazo, conduzido na Baía de Turiaçu, Amazônia costeira maranhense. Propõe-se analisar algumas questões como o que acontece ao ecossistema manguezal após a queda de grandes árvores, sua recuperação ou substituição por outros sistemas ecológicos. Foi estabelecida uma parcela de 100 m x 50 m (0,5 ha) num perfil perpendicular à costa. Os resultados referem-se à caracterização das clareiras nos primeiros 3 anos de monitoramento. A parcela apresentou um bosque misto, maduro, com altura média de 22 metros. Foram encontradas 2 clareiras, de forma quase circular, com comprimento de cerca de 20 metros, formadas pela queda de *Rhizophora mangle*, Linnaeus, 1753. As bordas das clareiras, constituídas por *R. mangle* L. e *Avicennia germinans* (L.) Stearn 1958, caracterizam-se por uma zona de perturbação com parte das árvores inclinadas na direção do eixo de queda da árvore principal e porcentagem elevada de herbivoria. A complexidade das clareiras no manguezal é observada pela co-existência de fases distintas, como a fase clareira, propriamente dita, a fase madura (decomposição acelerada dos troncos caídos) e a fase de recuperação (ocorrência de inflorescências e de numerosas arvoretas).

Palavras-chave: manguezal, dinâmica de clareiras, Amazônia costeira.

### ABSTRACT

#### Characteristics of gaps in mangrove forests from baía de Turiaçu, Amazonian coast of Brazil.

The study of gap formation in the Amazonian coastal area of Maranhão State, Brazil, is a long-term program which deals with questions as: what happens with the mangrove ecosystem after big trees falling down? Can the mangrove recover from the gap to the original stand or would it change in composition and/or structure? Can the mangrove recover keeping the mangrove ecosystem or it could change to other systems? How many trees can be removed from the system without committing the whole ecosystem? The results presented in this paper refer to the characterization of gaps in a mangrove forest in the Amazonian coastal area for the first 3 years (2000-2002). A plot of 100m x 50 m was established and in a transect from the coast to inland. We evaluated the changes on mangrove ecosystem from the impact of fallen trees in mature stands with average tree height of 22 meters. It was found 2 gaps inside the plot, with 20 m an average length occur in the gap margins *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753 and *Avicennia germinans* (L.) Stearn 1958 and this is a zone of high disturbance with some trees affected and broken and also high herbivory percentage. Within the mangrove gaps are complexes showing, at the same time, different phases: the gap phase itself, the mature (fast decomposition) and recovering phases (presence of flowers, seedlings and saplings). The main natural disturbances inside the stand are heavy storms during the rainy season (from January to July), high wind intensity and frequency during the dry, monsoon, season (from August to December),

Key words: mangrove dynamics, mangrove gaps, gap dynamics, Amazonian coast.

<sup>1</sup> Departamento de Oceanografia e Limnologia, Campus Universitário do Bacanga, - UFMA. Av. dos Portugueses s/n, CEP 65080 – 040. São Luís - MA; e-mail: flavia.mochel@globo.com

## INTRODUÇÃO

Uma floresta é organizada em manchas florísticas e estruturais diferentes e o fator tempo é o regulador da dinâmica e da dimensão dessas manchas (Almeida, 1989). Watt (1947) considerou o caráter cíclico dessas manchas e as classificou em fases. Mais tarde, estudos identificaram quais os elementos essenciais dessas fases, baseados em informações florísticas e estruturais (Whitmore, 1985).

A dinâmica florestal tem seu ritmo condicionado por diversos fatores, dentre os quais o regime de perturbação natural é de grande importância para a compreensão do processo de renovação florestal. Uma clareira é uma “abertura” dentro de uma extensão da floresta e a maior dificuldade *a priori* é determinar qual a finalidade e quais as consequências para a dinâmica florestal (Brokaw, 1982), visto que o trinômio mortalidade–formação de clareira–reciclagem do bosque é considerado peça-chave para a compreensão desta mesma dinâmica (Lieberman *et al.*, 1989). O declínio da floresta é percebido, em muitas partes do mundo, como uma ameaça à saúde da floresta (Battles & Fahey, 2000).

Pouca atenção tem sido atribuída à dinâmica da abertura de clareiras em florestas de mangues (Feller & Mckee, 1999), mas sabe-se que mudanças na composição florística, na estrutura e a manutenção da alta diversidade biológica nos trópicos são, em parte, atribuídas às clareiras naturais (Whelan & Smith III, 2004; Whitmore, 1985).

Várias alterações no solo e no clima decorrem da abertura do dossel florestal pela queda de uma ou mais árvores e, quanto mais drásticas forem as perturbações, maiores serão os efeitos destas alterações nas espécies ali encontradas (Almeida, 1989). Portanto, é de vital importância conhecer as implicações da mortalidade das árvores e da formação de clareiras no ecossistema manguezal para o manejo e conservação deste ecossistema.

A costa norte do Brasil possui a maior extensão contínua de manguezais do mundo, distribuídos ao longo de 480 km, de São Caetano de Odivelas, no Pará, até o Golfão Maranhense (Kjerfve *et alli*, 2002). Os manguezais do Maranhão apresentam um grande potencial para estudos científicos e os principais impactos negativos são observados na Ilha de São Luís, em virtude do crescimento urbano desordenado e a expansão das áreas industriais (Mochel, 2009; 1997). O estudo da dinâmica florestal do manguezal na Baía de Turiaçu, Amazônia costeira maranhense, faz parte do Programa Integrado Manguezais do Maranhão e é um projeto de longo prazo, visando a

caracterização, a dinâmica de formação e a evolução das clareiras em áreas de manguezais. Algumas questões centrais a esse estudo são: o que acontece com um manguezal após a queda de grandes árvores? O bosque pode recuperar sua composição e/ou sua estrutura original? O ecossistema se mantém ou é substituído por outros ecossistemas? Como o manguezal reage à remoção natural de sua estrutura? Quantas árvores podem ser removidas de um manguezal sem comprometer a totalidade do ecossistema? Essas questões são cruciais, também, para o estudo do manejo da zona costeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A Baía de Turiaçu localiza-se no litoral ocidental do Maranhão, entre as coordenadas 01°15' e 02°30' S e 45° 00' e 45° 40' W, possui uma área de 900 km<sup>2</sup> e é circundada por aproximadamente 400 km<sup>2</sup> (40.000 ha) de manguezais distribuídos às suas margens e à montante dos rios, riachos e igarapés (Mochel, 1999; 2007). As marés são semi-diurnas com alturas de 8,0 m (DHN). A precipitação média anual é de 2.200 mm, com uma estação chuvosa de janeiro a julho e uma estação seca de agosto a dezembro.

### Procedimentos de amostragem

Foi estabelecido, num perfil perpendicular à costa, 1 parcela de 100 m x 50 m (0,5 ha). Dentro da parcela, foi feito o reconhecimento das espécies vegetais do manguezal e de outras associadas, quando presentes. Os trabalhos de campo foram realizados de julho de 2000 a dezembro de 2003.

Para caracterização do bosque, foram coletados cerca de 35 folhas amarelas de diferentes árvores de cada espécie de mangue encontrada, para análise de herbivoria e 50 folhas verdes adultas, expostas ao sol, de cada espécie de mangue, para análise do desenvolvimento foliar. O material foi acondicionado em sacos plásticos marcados. As folhas verdes foram medidas ainda em campo com auxílio de um escalímetro e as amarelas foram desenhadas em papel milimetrado no laboratório e, posteriormente, contadas suas áreas pastoreadas e remanescentes.

A parcela e as clareiras foram georeferenciadas com GPS *Scout Trimble Navigation* e suas localizações identificadas em imagem de satélite. Na borda das clareiras foram feitas medidas de diâmetro e altura das árvores para análise de estrutura

do bosque, verificada a presença e o nº de propágulos e plântulas por m<sup>2</sup> no interior das clareiras, e foi iniciado o seu monitoramento. As clareiras foram medidas quanto a sua extensão em comprimento e largura a partir da abertura do dossel. Dentro da clareira, foram contados os números de árvores de mangue vivas e mortas e especificadas suas posições (se em pé ou deitadas). Todas as árvores, vivas ou mortas, íntegras ou danificadas, foram marcadas com chapas metálicas contendo números anotados em formulários e catalogados no laboratório.

As clareiras estão sendo monitoradas de 3 em 3 meses, acompanhando-se a evolução daquelas pré-existentes e a formação de novas clareiras, pelo registro das árvores mortas e/ou caídas, que já estavam anteriormente catalogadas. Assim, acompanha-se o avanço ou declínio da fase clareira, ou seja, se houve uma evolução para outra formação ou se está ocorrendo recrutamento de espécies de manguezal no local, anotando-se o surgimento de propágulos e plântulas nas áreas expostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito de clareira tem variado muito de autor para autor. Segundo Brokaw (1982), clareiras são originadas pela queda de árvores como “aberturas” no dossel da floresta, que são delimitadas pelas extremidades das copas das árvores laterais, cujas projeções se estendam verticalmente até uma altura de 2 m do chão.

No conceito de Barton (1984), a extensão de uma clareira inclui a área limitada pelos troncos das árvores laterais. A definição utilizada por Uhl

e Murphy (1981) é de que clareira é simplesmente a área aberta, resultante da queda de uma ou várias árvores, sem copa (ou dossel) acima.

Popma *et al.* (1988) concluíram que a área de influência de uma clareira, com presença de regeneração, ultrapassa em três vezes o limite físico de clareiras definido por Brokaw (1982a, b); então, através de uma definição mais biológica do que física, consideraram que clareira é toda zona influenciada, cujo limite vai até onde houver espécies regenerando.

Neste artigo foi definido clareira natural como toda área de floresta com dossel descontínuo, aberta pela queda de galhos e troncos de uma única ou mais árvores, limitada pelas árvores marginais, incluindo seus troncos, pois, entre suas raízes havia plântulas em desenvolvimento. Aceitando-se esse conceito, foram encontradas duas clareiras no interior da parcela de 100m x 50m. As espécies observadas nas Clareiras 1 e 2 foram *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753 e *Avicennia germinans* (L.) Stearn 1958. A Tabela 1 apresenta a caracterização das clareiras no manguezal estudado na Baía de Turiaçu.

A clareira 1 foi aberta pela queda de um exemplar de *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753, com altura superior a 20 metros, definindo o eixo de comprimento da abertura do dossel (Figura 1) e largura de 18,5 metros, dando à clareira uma forma quase circular. Com a queda da árvore principal outras árvores foram danificadas, sendo encontradas, atualmente, 5 árvores mortas, tombadas e 1 árvore morta em pé, além de árvores vivas parcialmente quebradas. Às margens da clareira foram encontradas indivíduos de *R. mangle* L. e *Avicennia germinans* (L.) Stearn 1958.

**Tabela 1.** Caracterização de uma clareira no manguezal da Baía de Turiaçu.

Características	Clareira 1	Clareira 2
Localização (coordenadas geográficas)	S 01° 38' 18" W 45° 17' 17"	S 1° 38' 18" W 45° 17' 17"
Eixo do comprimento	20,0 m	22,0 m
Eixo da largura	18,5 m	20,0 m
Área da clareira	314 m <sup>2</sup>	346 m <sup>2</sup>
Espécies na borda	<i>Avicennia germinans</i> / <i>Rhizophora mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i> / <i>Rhizophora mangle</i>
Altura máxima do bosque	22,0 m	25,0 m
Nº de adultas vivas	22	11
Nº de mortas em pé	01	01
Nº de mortas caídas	05	04
Nº total de adultas	28 indivíduos (32 troncos)	16 indivíduos (19 troncos)
Nº de jovens (crescimento)	13	02
Nº de plântulas (recrutamento)	58	37
Tensores ambientais	ventos; tempestades; herbívoros	ventos; tempestades; herbívoros



Figura 1. Vista parcial da clareira no manguezal da Baía de Turiaçu.

O impacto da abertura de uma clareira circunscreve um raio de ação numa área muito mais ampla do que aquela restrita pelas copas das árvores marginais, porém a área limitada pela projeção das copas das árvores laterais corresponde justamente à área com dossel interrompido e onde há um maior tempo de exposição solar. Este conceito também facilita a delimitação gráfica da área (Almeida, 1989).

Em regiões cobertas com vegetação densa, somente uma pequena fração da radiação solar chega ao solo, sendo variável no espaço e no tempo. A vegetação é o fator que controla o fluxo de energia (Januário *et al.* 1992).

As clareiras encontradas no manguezal da Baía de Turiaçu apresentaram as principais características das fases de uma clareira, como definidas por Whitmore (1985) sendo:

**Fase Clareira** — início da recomposição florestal após a abertura no dossel, com predominância de regeneração, crescimento de plântulas e rebrotamento de plantas danificadas (Hubbel, 1986; Whitmore, 1985);

**Fase de Reconstrução ou Recrescimento** — caracterizada estruturalmente pela presença de arvoretas com acentuado crescimento vertical, alta taxa de produção primária e competição forte entre indivíduos (Whitmore, 1985). Esta fase também é denominada como de cicatrização da floresta;

**Fase Madura** — corresponde à fase onde a maioria dos indivíduos atinge a fase de reprodução e a floresta encontra-se em equilíbrio dinâmico (Whitmore, 1985);

De acordo com a comunidade vegetal, o local e os eventos a que esta vegetação está submetida, estas fases podem apresentar fases intermediárias, não sendo rígidas e distintas, ou ainda regredir de uma fase evoluída para uma anterior, por ação de

perturbações e mais especificamente nas áreas de mangue, estas podem estar apresentadas em uma clareira, ao mesmo tempo, sendo consideradas clareiras ideais ou completas, de estrutura mais complexa.

Estudando a formação de clareiras em florestas tropicais, Almeida, 1989 *apud* Oldeman, 1974, e Orians, 1982, cita que, internamente, as clareiras se subdividem e se diferenciam em zonas com particularidades físicas e biológicas próprias. Esses autores definem três zonas com características particulares: zona da raiz, do tronco e da copa. Adaptando essa subdivisão para os manguezais, podemos identificar as seguintes características:

(1) **Zona da raiz** — local do desenraizamento das árvores, de grande perturbação e exposição do sedimento, com alta incidência luminosa.

(2) **Zona do tronco** — região central da clareira, localizada ao longo do eixo da árvore caída. Nesta zona há máxima disponibilidade de luz, alta densidade e competição entre plântulas.

(3) **Zona da copa** — parte mais próxima da extremidade da clareira, onde ocorre máxima perturbação sobre a vegetação preexistente, por ação de danos mecânicos causados pela deposição de grande quantidade de galhos.

Na clareira formada por *R. mangle* L., no manguezal estudado, verifica-se que a zona da raiz assemelha-se, em estrutura, à zona da copa, em virtude das raízes-escora atribuírem um diâmetro considerável à base do tronco. Entretanto, o diâmetro da copa é maior e observa-se, de fato, uma zona de maior perturbação sobre as árvores marginais, como a inclinação de seus troncos por terem sido atingidas durante a queda da árvore principal (Figura 2 a e b).



**Figura 2.** Árvores nas bordas da clareira atingidas pela queda da árvore principal no manguezal da Baía de Turiaçu. a.) *Rhizophora mangle* inclinada ; b) *Avicennia germinans* danificada.

A abundância, frequência e o ritmo de formação de clareiras de um dado local, direcionam a composição e a dinâmica florestal (Brokaw, 1982; Whitmore, 1985), pois provavelmente a clareira funciona como fator seletivo para a germinação de espécies dependentes da clareira para seu estabelecimento inicial e está relacionada com as causas de quedas de árvores.

Diversos danos podem ocasionar a origem de uma clareira. Os mais comuns são a quebra de árvores no tronco, na copa e próximo ao chão, o desenraizamento e a perda de parte da copa. A variação nos tipos de danos em árvores pode ser função do solo, propriedades da madeira ou agentes causais (chuvas, ventos, deslizamentos de terra, etc.). O tronco quebrado é um dano mais comum em pequenas árvores, enquanto o desenraizamento é observado, com maior frequência, em grandes árvores.

O regime de queda de árvores em manguezais parece estar relacionado com a ocorrência de chuvas, mas variáveis bióticas também contribuem para o aumento na formação de clareiras. Feller & Mckee (1999) descreveram a influência de insetos perfurantes de madeira para a formação de clareiras nos manguezais, ratificando que o ataque de insetos, formadores de galerias nos troncos, e agentes fitopatogênicos, geralmente são os responsáveis

pelo aparecimento de árvores mortas em pé, com deposição gradual. Na Baía de Turiaçu, as perturbações observadas são naturais, oriundas de tempestades na estação chuvosa (de Janeiro a Julho) e de ventos intensos e frequentes na estação seca (de Agosto a Dezembro).

Quanto ao tamanho, uma clareira pode variar, no espaço, de poucos metros até, raramente, alguns hectares quadrados. A utilização de fotografias aéreas e imagens de satélites auxilia na determinação das distâncias entre clareiras. Temporalmente, as clareiras variam anualmente, mas são poucos os dados de estudos a longo prazo para a caracterização da variação das clareiras. Em dois anos de monitoramento, as alterações nas clareiras do manguezal estudado se restringiram à queda de uma árvore morta e ao aumento da altura das plântulas e arvoretas na área central da clareira (zona do tronco).

No que se refere ao desenvolvimento, notamos que a maioria das árvores encontrava-se com diâmetro igual ou superior a 10cm e alturas médias acima de 10m, o que reflete um bosque maduro (Tabelas 2 e 3). A altura máxima das espécies na borda das clareiras foi de 22,0 m. As árvores caídas encontravam-se em estágio adiantado de decomposição foi registrada a ocorrência de fungos, cupins e formigas nos seus troncos, evidenciando a fase madura no desenvolvimento da clareira.

**Tabela 2.** Medidas estruturais das árvores encontradas nas bordas das clareiras 1 e 2. Clareira 1  $n= 28$ ; clareira 2  $n= 16$ . DAP diâmetro a altura do peito.

Espécie	CLAREIRA 1				CLAREIRA 2			
	Altura (m)		DAP (cm)		Altura (m)		DAP (cm)	
	Média	d. pad	média	d.pad	média	d. pad	Média	d.pad
<i>R. mangle</i>	16,0	±5,0	19,31	±10,22	16,0	±3,17	14,0	±6,57
<i>A germinans</i>	17,50	±5,13	34,89	±11,28	18,5	±3,53	19,07	±8,66

**Tabela 3.** Medidas estruturais das árvores encontradas na borda da Clareira 2. *DAP diâmetro a altura do peito.*

Espécie	Clareira	N de árvores	Densidade		Dominância		Troncos/ind.	
			DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP
			≥2,5	≥10,0	≥2,5	≥10,0	≥2,5	≥10,0
<i>R. mangle</i>	1	18	60	120	33,34	66,66	1	1
<i>R. mangle</i>	2	14	50	90	35,72	64,28	1	1
<i>A germinans</i>	1	10	10	90	10,0	90,0	3	1,1
<i>A germinans</i>	2	02	-	20	-	100	-	1,5

As medidas foliares (comprimento e largura), além de serem utilizadas como desenvolvimento estrutural do bosque, têm sido empregadas como indicadoras de qualidade ambiental. A Tabela 4 mostra que *R. mangle* apresenta um maior desenvolvimento foliar do que *A. germinans*. Durante os trabalhos de campo observou-se algumas árvores de *R. mangle* com inflorescências, sendo um indicativo da fase de reconstrução da clareira. Constata-se que a dominância das árvores do estrato arbóreo adulto é de *A. germinans*, enquanto que há predominância de plântulas de *R. mangle* iniciando a fase de reconstrução. Jardim *et alii* (2007) e Clarke (2004) ressaltam que o tamanho da clareira, a comunidade de árvores adultas e outros atributos,

podem fazer diferença no recrutamento das espécies de manguezal.

A porcentagem de herbivoria (pastejo) registrada em um bosque é uma função das condições ambientais, bem como das espécies presentes. Sob condições de rigor ambiental parece haver um incremento na herbivoria. Em geral, os valores registrados em bosques saudáveis são menores que 10% (Schaeffer – Novelli & Cintrón, 1986).

As espécies encontradas na área estudada apresentam porcentagens de herbivoria superiores a 10% (Tabela 5) o que parece refletir um estado de stress vivido pelo manguezal, evidenciando a borda da clareira como zona de perturbação dentro de um bosque.

**Tabela 4.** Desenvolvimento foliar das árvores encontradas na borda da clareira; n= 103.

Espécie	Clareira 1				Clareira 2			
	Comprimento (cm)		Largura (cm)		Comprimento (cm)		Largura (cm)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
<i>A. germinans</i> n= 51	14,8	±2,16	6,14	±0,69				
<i>R. mangle</i> n= 52	15,3	±1,73	6,40	±0,68				

**Tabela 5.** Resultados para a herbivoria das folhas em árvores encontradas na borda da clareira 1; n= 71; clareira 2 n= 69

Espécie	CLAREIRA 1		CLAREIRA 2	
	Média da herbivoria (%)		Média da herbivoria (%)	
<i>R. mangle</i>	19,28	±6,62	19,32	±7,41
<i>A. germinans</i>	12,23	±3,15	13,01	±3,62

### Considerações finais

As clareiras encontradas no manguezal estudado caracterizaram-se por uma forma elíptica, quase circular, com uma grande perturbação nas bordas, em virtude dos danos às árvores marginais e um incremento da herbivoria.

A complexidade das clareiras no

manguezal é observada pela existência, num mesmo momento, de fases distintas, como a fase clareira, propriamente dita, com a queda de novos galhos e troncos, a fase madura, pela decomposição acelerada dos troncos caídos com presença de insetos (cupins e formigas), e a fase de recuperação, pela presença de inflorescências em algumas árvores e de numerosas arvoretas.

## Agradecimentos

Ao Jamil do Nascimento, pescador, guia e grande companheiro nos trabalhos de campo. Ao CNPq/PIBIC e à CVRD pelas bolsas e recursos fornecidos ao Programa Manguezais do Maranhão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.S. de. 1989. *Clareiras naturais na Amazônia central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal*. 1989: 102 f. Tese (Mestrado em Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus .
- BARTON, A.M. 1984. Neo-tropical pioneer and shade-tolerant tree species: do they partition tree fall gaps. *Tropical Ecology*, 25: 196-202
- BATTLES, J.J.; FAHEY, T.J. 2000. Gap dynamics following forest decline: A case study of red spruce forests. *Ecological Applications* 10: 760–774
- BROKAW, N.V.L. 1982 a. The definition of treefall gap and its effect on measure of forest dynamics . *Biotropica* 14(2):158 -160.
- BROKAW, N.V.L. 1982 b. Trefalls : Frequency, timing and consequences. p.101-108. In: LEIGH JR., E.G.; RAND, A. S . & WINDSOR, D. M. (eds). *The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes*. Smith. Inst. Press., Washington , D . C ., U.S.A.
- CLARKE, P.J. 2004. Effects of experimental canopy gaps on mangrove recruitment: lack of habitat partitioning may explain stand dominance. *Journal of Ecology* Volume 92, número 2, p. 203
- FELLER, I. C. ; MCKEE , K . L . 1999. Small gap creation in Belizean mangrove forests by a wood-boring insect . *Biotropica* . 31(4):607-617.
- HARSTORN, G. 1990. *An overview of neotropical forest dynamics*. In: GENTRY , A. H. (ed. ) Four neotropical forests. Yale University Press, p. 585-599.
- HUBBELL , S. P.; FOSTER, R. B. 1986. Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. p . 77-96. In: CRAWLEY, J . M. (ed. ). *Plant Ecology*. Blackwell Sciens. Publ., Palo Alto C.A.
- JANUÁRIO, M.; VISWANADHAM, Y.; SENNA, R. C. 1992. Radiação solar total dentro e fora da floresta tropical úmida de terra firme. *Acta Amazonica*. n. 3, v.22, p.335-340.
- JARDIM, F.C.S; SERRÃO, D.R. ; NEMER, T.C. 2007. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. *Acta Amazonica*. vol.37, n.1, PP. 37-47.
- KJERFVE, B. ; PERILLO, G.M.; GARDNER, L.R.; RINE, J.M.; DIAS, G.T.M.; MOCHEL F. R. 2002. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: *Muddy Coasts of the World: processes, deposits and functions*. 1<sup>st</sup> ed., Amsterdam, Elsevier Science, p. 479-532.
- LIEBERMAN , M .; LIEBERMAN & PERALTA, R. 1989. Forest are not just Swiss Cheese: canopy stereogeometry of non –gaps in tropical forests. *Ecology* , 70(3):550-552.
- LUGO, A. E. 1987. *Avances y prioridades de investigación em manglares* . Anais do simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos. Academia de ciências do estado de São Paulo, ACIESP. p. 59-76.
- LUGO, A. E.; CINTRÓN, G. & GOENAGA, C. 1980. *El ecosistema del manglar bajo tensión*. Memórias del seminário sobre el estudio científico y impacto humano em el ecosistema de manglares. UNESCO, Montevideo. p . 261-285 .
- MOCHEL, F.R. 2009. Improving visual enhancement of mangrove areas in Baía de Turiaçu, Brazil, by using HIS transformation in LANDSAT 5/TM imagery. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 22, pp.45-54.
- MOCHEL, F. R.; PONZONI, F. 2007. Spectral characterization of mangrove leaves in the Brazilian Amazonian Coast: Turiaçu Bay, Maranhão State. *Anis da Academia Brasileira de Ciências*, v.79, n.4, pp. 683-692 .
- MOCHEL, F. R. 1999. *Caracterização espectral e mapeamento dos manguezais por sensoriamento remoto na Baía de Turiaçu, Maranhão, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 153p., January, 1999.
- MOCHEL, F. R. 1997. Mangroves on São Luís Island, Maranhão, Brazil. In: Kjerfve, B., Lacerda, L. D. and Diop, H. S (eds.) *Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa*, UNESCO, Paris. pp. 145- 154.
- NELSON , B . W . 1994. Natural forest disturbance

- and change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Reviews*. 10:105-125.
- ORIANI, G. H. 1982. The influence of treefalls in tropical forests in tree species richness. *Tropical Ecology*. 23(2):255-279.
- PHILIPS, O. L. & GENTRY, A. H. 1994. Increasing turnover through time in tropical forests. *Science*, 263:954-958.
- POPMA, J. *et al* 1988. Pioneer species distribution in treefall gaps in neotropical rain forest; a gap definition and its consequences. *Journ. of Trop. Ecology* 4:77-88.
- POULSON, T. L.; PLATT, W. J. 1989. Gap light regimes influence canopy tree diversity. *Ecology*. 70(3):553-555.
- ROBERTSON, A. I. 1992. *Concluding remarks: research and mangrove conservation*. In: ROBERTSON, A. I. & ALONGI, D. M. (eds.). Coastal and estuarine studies, 41, p. 225-249. American Geophysical Union Washington, D. C.
- SCHAEFFER - NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. 1986. Guia para estudo de área de manguezal; estrutura, função e flora. São Paulo-SP, *Caribbean Ecological Research*, 150p
- UHL C.; MURPHY, P. G. 1981. Composition, structure and regeneration of a tierra firme forest, in the Amazon Basin Venezuela. *Tropical Ecology* 22: 219-237
- VON SPERLING, M. 1993. Análise da incerteza em estudos ambientais. Aplicação na modelagem da qualidade da água de rios. *Revista BIO*. Ano 2, n.1, p. 2-10, jan./fev. 1993.
- WATT, A. S. 1947. Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*. 35:1-22.
- WHELAN, K.R.T & SMITH III, T.J. 2004. *Greater Everglades Ecosystem Restoration (GEER) Open File Report 03-54*.
- WHITMORE, T. C. 1985. *Tropical rain forest of the far east*. Oxford Univ. Press, 352p.

Recebido em: 01/09/2010

Aceito em: 11/11/2010