

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil), e potencial alelopático de *Annona glabra* L.

Reginaldo Sadao Matsumoto

SÃO CARLOS

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do
Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil), e potencial alelopático
de *Annona glabra* L.**

Reginaldo Sadao Matsumoto

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e
Recursos Naturais da Universidade
Federal de São Carlos, como parte dos
requisitos para obtenção do Título de
Mestre em Ecologia e Recursos
Naturais.**

**Orientadora: Prfa. Dra. Maria Inês
Salgueiro Lima**

SÃO CARLOS

2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M434ii

Matsumoto, Reginaldo Sadao.

Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil), e potencial alelopático de *Annona glabra* L. / Reginaldo Sadao Matsumoto. -- São Carlos : UFSCar, 2009. 47 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Ecologia. 2. Estuário. 3. Composição florística. 4. Caraguatatuba. I. Título.

CDD: 574.5 (20^a)

Reginaldo Sadao Matsumoto

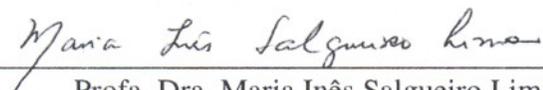
Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil), e potencial alelopático de *Annona glabra* L.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 06 de março de 2009

BANCA EXAMINADORA

Presidente



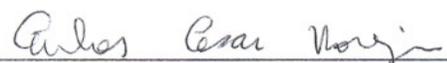
Profa. Dra. Maria Inês Salgueiro Lima
(Orientadora)

1º Examinador



Profa. Dra. Sofia Cristina J. G. de A. Perez
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



Prof. Dr. Carlos Cesar Ronquim
EMBRAPA/S. Carlos-SP

Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos
Coordenadora
PPGERN/UFSCar

Agradecimentos

Aos meus pais e meu irmão, pelo seu amor e apoio, sempre!

A professora Inês pela orientação sempre disposta a ensinar, nunca medindo esforços para isso. Pessoa pela qual tenho profunda admiração. Ao pessoal do Lab: Val, Alessandro, Zé e Le, pela convivência, e aos técnicos, que, sem eles nosso mundo pararia: Casali, Mari e Ademir.

A profa. Sonia Cristina J. G. de Andrade Perez e seus pupilos: Mari, Bia, Paula, Patricia e Fernando pelos ensinamentos e companheirismo.

Ao pessoal que ajudou na coleta, Renatinha, Lu, Marina, Val, Matheus, Mimi. E a Catiaça, pela identificação do material!

Aos habitantes do Partido, Zé, Lê, Ramon, Daniel e Rafa, assim como aos que já fora do Partido, DW, Gra e Dani, pela convivência e troca de experiências. Cada um de um jeito... foram fundamentais!!!

Ao Pluck, Jussauria, Bocs, Ale, Maíra, Renatinha e muitos outros que tiveram que me agüentar mais dois anos em São Carlos!! Abraço ao pessoal do futs pelos momentos de distração!

Aos amigos distantes, que apesar disso, sempre presentes. Pedrinho, Thori, Bel, Quiiiiiiiiito, Marina, Ale, Carol, Mayra, Areta... nossa, são tantos que sinto que não vou mencionar alguém que merece ser lembrado, então.... Agradeço a todos do fundo do meu coração pela oportunidade de conhecê-los.

A Lu, cujos sentimentos expresso através das palavras de Paul McCartney: *“It was written that I would love you, from the moment I opened my eyes. And the morning when I first saw you, gave me life under calico skies. I will hold you for as long as you like. I'll hold you for the rest of my life”*.

Agradeço ao PPGERN e ao CNPQ pela bolsa concedida.

“Breathe, breathe in the air.
Don't be afraid to care.
Leave but don't leave me.
Look around and choose your own ground.

Long you live and high you fly
And smiles you'll give and tears you'll cry
And all you touch and all you see
Is all your life will ever be.

Run, rabbit run.
Dig that hole, forget the sun,
And when at last the work is done
Don't sit down it's time to dig another one.

For long you live and high you fly
But only if you ride the tide
And balanced on the biggest wave
You race towards an early grave.”

(Pink Floyd)

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL	01
1.1. Área de estudo	01
1.2. Alelopatia	02
1.3. Distribuição geográfica da família Annonaceae	04
1.4. Atividades Biológicas de Annonaceae	05
1.5. Referências Bibliográficas	06
2. CAPÍTULO 1 - Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil)	09
2.1. Resumo	09
2.2. Abstract	10
2.3. Introdução	11
2.4. Material e métodos	12
2.5. Resultados	13
2.6. Discussão	21
2.7. Conclusões	24
2.8. Referências Bibliográficas	25
3. CAPÍTULO 2 – Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de <i>Annona glabra</i> L.	
3.1. Resumo	27
3.2. Abstract	28
3.3. Introdução	29
3.4. Material e métodos	30
3.5. Resultados	34
3.6. Discussão	40
3.7. Conclusões	42
3.8. Referências Bibliográficas	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47

INTRODUÇÃO GERAL

Área de estudo

O litoral norte é considerado do tipo climático *Af* segundo Köppen, quente, com temperatura média do mês mais frio acima de 18°C, com pluviosidade média entre 1500 e 2500 mm.ano⁻¹.

Pela definição de Kjerfve (1987) estuário é um ambiente costeiro que apresenta conexão restrita com o oceano adjacente, permanecendo aberto de forma intermitente. Esse ambiente pode ser subdividido em três zonas distintas: Zona de maré do rio (ZR) – parte fluvial com salinidade praticamente inexistente, mas ainda sujeita a influência da maré; Zona de mistura (ZM) – região onde ocorre a mistura da água doce da drenagem continental com a água do mar; Zona costeira (ZC) – região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina que delimita a camada limite costeira.

O rio Massaguaçu localizado no município de Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo (23°37'20''S e 54°21'25''O) em sua porção final, corre paralelamente a costa até sua foz, que deságua no mar, onde há a formação intermitente de uma barra de areia que impede a comunicação do rio com o mar, dando origem assim, a um estuário cego. O nível do estuário, quando a barra esta aberta, fica sujeito as variações da maré. Com a formação da barra, as variações no nível são de aportes fluviais e de chuvas. Essa variação pode chegar a mais de 2m.

A vegetação do estuário está sujeita às inundações durante o ano todo, formando bancos marginais e também no centro do rio. Nesses bancos pode-se notar o grande domínio da espécie herbácea *Crinum americanum* L. e dentre as arbustivo-arbóreas, o domínio de *Annona glabra* também é evidente, porém com indivíduos mais esparsos. Em alguns pontos ocorrem grandes acúmulos de sementes dessa espécie nos meandros de *C. americanum*.

A distribuição das espécies nos ambientes naturais depende de fatores bióticos e abióticos, assim como em florestas sujeitas a inundações, que têm sua vegetação arbórea determinada pela periodicidade, duração e profundidade do alagamento. Lobo & Joly (2000) dividem as florestas alagadas em aluviais, com inundações que duram algumas horas ou poucos dias e, florestas paludosas, que têm solos hidricamente saturados durante a maior parte do ano.

Observou-se no estuário do Rio Massaguaçu (que apresenta floresta alagada, ou uma restinga alagada) diferentes situações de agrupamentos de espécies. Em particular, maior atenção foi dada a *Annona glabra* L. que, em algumas áreas formava agrupamentos monoespecíficos e em outras, se associa às diversas espécies arbóreas. Neste contexto, poderia a composição florística estar relacionada à dinâmica de variação do nível de água do estuário, abrigo dos agrupamentos monoespecíficos nos locais alagados por um período maior de tempo?

Alelopatia

Dentre as interações entre os organismos, a competição é definida pela retirada de recursos do ambiente por duas ou mais espécies, culminando no prejuízo de uma ou ambas as espécies. Diferentemente, a alelopatia envolve a adição de substâncias ao meio (Fitter & Hay, 2002).

A alelopatia é um termo criado por Molisch em 1937 para descrever a influência de um indivíduo sobre outro, favorecendo ou prejudicando, por ação direta ou indireta, através de substâncias (aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente (Rice 1984). Quando aleloquímicos liberados pela planta afetam o crescimento ou germinação de indivíduos da mesma espécie, o termo alelopatia é substituído por autotoxicidade (Friedman 1995).

Existem evidências convincentes de que as interações alelopáticas entre plantas têm um papel importante no ecossistema natural, assim como nos manipulados (Rizvi *et al.*, 1992). Inúmeros casos de influência alelopática têm sido registrados como na rotação de culturas, na qual restos da cultura anterior retardam o crescimento da próxima cultura (Rizvi *et al.*, 1992; Ferreira & Aquila, 2000).

Os aleloquímicos são substâncias provindas do metabolismo secundário das plantas que se acumulam na planta e solo. Tem variada composição química, concentração e localização (Waller 1999).

Harbourne (1997) sugere que a principal função dos metabólitos secundários na planta seja a de defesa, ajudando no crescimento das plantas, proporcionando uma maior sobrevivência em ambientes hostis com a presença de herbívoros, microrganismos parasitas e plantas competidoras.

Os aleloquímicos são externalizados por volatilização, lixiviação das plantas ou por seus restos e, também, pela sua decomposição (Ferreira 2004). Todos os principais órgãos

podem ter o potencial de armazenar aleloquímicos, entretanto a alelopatia só se manifestará quando quantidades críticas alcançarem a planta alvo (Friedman 1995).

A potencialidade dos alelopáticos pode ser dependente dos processos naturais, que, quanto mais intensos ou adversos, induzem a uma maior atividade, podendo influenciar sua quantidade e qualidade através de variações na temperatura, fotoperíodo, disponibilidade de água, fatores físico-químicos do solo, maturidade da planta e órgão em que se localiza (Peng *et al.* 2004). A presença de outras espécies, na vizinhança, também pode estimular a ocorrência de alelopatia (Inderjit *et al.* 2001). O girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*) aumentou a quantidade de substâncias alelopáticas por peso seco sob estresse hídrico (Tongma *et al.* 2001).

A dinâmica dos aleloquímicos no solo envolve vários processos como o de retenção, que implica na deposição e absorção da substância na superfície do solo, levando a uma restrição da mobilidade desta no solo. O processo de transformação envolve meios químicos, bioquímicos e fotoquímicos que resultam em uma redução da quantidade original de aleloquímicos disponíveis para o transporte. Essa transformação pode resultar também em um produto mais tóxico ou com uma estrutura mais complexa, como também, em um de estrutura mais simples ou ainda, um menos tóxico. O processo de transporte pode ser realizado pelo movimento de ar, como vapores, ou em soluções de solo por difusão (Rizvi *et al.* 1992).

Além dos fatores do solo, as condições climáticas e a presença de outras espécies na vizinhança também influenciam o fenômeno de alelopatia (Inderjit *et al.* 2001). O girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*) aumentou a quantidade de substâncias alelopáticas por peso seco sob estresse hídrico (Tongma *et al.* 2001).

Os aleloquímicos podem afetar diretamente o metabolismo das plantas comprometendo o seu crescimento, tanto na divisão como no alongamento celular. Outro mecanismo de interferência no crescimento vegetal é a interferência no balanço hormonal. A permeabilidade de membranas celulares também pode ser afetada pelos aleloquímicos, assim como a absorção de nutrientes. Ainda são registrados efeitos sobre a fotossíntese e respiração (Rizvi *et al.* 1992; Souza-Filho & Alves 2002).

Tais propriedades são relevantes quando se levanta a possibilidade do uso desses produtos naturais como fonte de herbicidas, pesticidas ou na indústria farmacêutica (Duke *et al.* 1999). Compostos químicos, muitos deles sintéticos, usados na agricultura, como conservantes, cosméticos, medicamentos entre outros, geram preocupações em relação ao

ambiente e a saúde, atribuídos a sua natureza não biodegradável. Por essa propriedade, a maioria dos produtos de origem vegetal (aleloquímicos) é considerada mais segura para os consumidores e para o ambiente (Rizvi *et. al.* 1992).

O sucesso de espécies exóticas em uma comunidade vegetal poderia ser explicado pela sua maior competitividade em relação às espécies nativas. Outra hipótese seria a da existência de nichos não ocupados nas comunidades ou ainda a falta de inimigos naturais. A alelopatia também é sugerida como um mecanismo importante no estabelecimento de plantas invasoras, que formam domínios, quase que como monoculturas (Hierro & Callaway 2003).

Distribuição geográfica da família Annonaceae

A família Annonaceae possui cerca de 50 gêneros e mais de 2000 espécies, sendo a maioria, constituída de arbustos e pequenas árvores, das quais, cerca de 119 espécies são descritas para o gênero *Annona* (Pinto 2005b).

Algumas espécies de *Annona* são de importância econômica, podendo ter origem no sul ou meso America como *A. cherimola*, *A. muricara*, *A. reticulata* e *A. squamosa*, outras são originais da África, como *A. senegalensis* e *A. purpúrea*. *A. scleroderma* é originária da America Central e *A. crassiflora* é uma espécie típica do cerrado brasileiro, usada na medicina tradicional (Pinto 2005a).

A. glabra é originária da America tropical e oeste africano (Ferreira & Pinto 2005) e pode ser encontrada em locais alagadiços das regiões tropicais e subtropicais, como a Florida (Allen *et al.* 2002). A presença de raízes adventícias, aerênquima nas raízes e na base do caule, frutos flutuantes e sementes que se dispersam pela água são adaptações desta espécie a este tipo de ambiente (Zotz *et al.* 1997, Nuñez-Elisea *et al.* 1999). A planta adulta e suas sementes também são altamente tolerantes a salinidade (Meerow & Black 1993).

Foi introduzida na Ásia (Sri Lanka, Tailândia, Vietnã, Península Malaia e possivelmente na China). Na Austrália é considerada uma invasora agressiva, dispersando-se facilmente em locais alagados sem perturbação, tanto antrópica, como por fenômenos naturais. Em locais degradados, tem potencial invasor oportunista ou colonizador como espécie pioneira (Australia 2006) e é também considerada invasora dominante em Fiji e Polinésia francesa (SPREP, 2000).

A produção de sementes de *Annona glabra* pode chegar a mais de 200 por fruto. Essa espécie possui dormência física, que pode ser superada pelo longo tempo de

alagamento ou por variações de temperatura, que em experimentos, foi demonstrada que as maiores porcentagens de germinação de *A. glabra* ocorrem quando estocadas e enterradas (2cm de profundidade) por longos períodos (30-60 dias) e quando permanecem flutuando na água por 60 dias demonstrando assim, que sua germinação em campo foi mais eficiente quando as sementes foram colocadas em ambientes de baixa umidade sob o sol (Mata & Moreno-Cassola, 2005).

Atividades Biológicas de Annonaceae

Em um estudo realizado com plantas medicinais, Fujii *et al.* (2003) relataram uma forte atividade biológica por parte da família Annonaceae, quando comparada a outras famílias utilizadas na pesquisa.

Annona glabra é usada na medicina tradicional como larvicida, sendo suas potencialidades comprovadas pelos extratos etanólico de casca, que mostrou atividade contra larvas de *Aedes aegypti* (Mendonça *et al.* 2005) e o pó das sementes mostrou-se venenoso para peixes (Allen *et al.* 2002).

Extratos etanólicos de folha e semente também mostraram atividades contra *Biomphalaria glabrata* (Santos & Sant'Ana 2001). Extratos metanólicos de frutos frescos possuem diterpenóides que inibem significativamente a replicação do HIV em linfócitos H9 (Chang *et al.* 1998).

Acetogeninas isoladas de folhas e da casca possuem diversas propriedades biológicas, incluindo antitumorais, pesticidas, antimalarial, antimicrobial, antifungicida e antihelmintica (Padmaja *et al.* 1995, Liu *et al.* 1999a/b, Chiu *et al.* 2003). Diterpenóides com atividades antitumorais também foram registrados por Zhang *et al.* 2004.

As plantas tendem a produzir mais metabólitos secundários vivendo em ambientes estressantes, como o ambiente em constante alagamento em que *Annona glabra* ocorre, isto pode ter levado a um aumento na produção de aleloquímicos. Há ainda a questão que diz respeito às plantas que formam aglomerados monoespecíficos, que podem estar relacionados a alelopatia. Seria *A. glabra* uma espécie com forte potencial alelopático?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, G. M.; Bond, M. D. & Main, M. B. 2002. **50 Common native plants important in Florida's ethnobotanical history**. University of Florida.
- Australia. 2006. **Pond Apple Management**. Ann Doak (project coordinator). Department of Natural Resources, Mines and Water. Queensland.
- Chang, F. R.; Yang, P. Y.; Lin, J. Y.; Lee, K. H. & Wu, Y. C. 1998. Bioactive kaurane diterpenoids from *Annona glabra*. **Journal of Natural Products**. 61(4): 437-439.
- Chiu, H. F.; Chih, T. T.; Hsian, Y. M.; Tseng, C. H.; Wu, M. J. & Wu, Y. C. 2003. Bullatacin, a potent antitumor Annonaceous acetogenin, induces apoptosis through a reduction of intracellular cAMP and cGMP levels in human hepatoma 2.2.15 cells. **Biochemical Pharmacology**. 65: 319-327.
- Duke, S. O.; Dayan, F. E.; Romagni, J. G. & Rimando, A. M. 1999. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. **Weed Research**. 40: 99-111.
- Ferreira, A. G. & Aquila, M. E. A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. 12(Edição especial): 175-204.
- Ferreira, A. G. 2004. Interferência: competição e alelopatia. In A. G. Ferreira & F. Borghetti (eds). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed editora SA. Porto Alegre, RS. 2004 324p.
- Ferreira, F. R. & Pinto, A. C. Q. 2005. P62-68. In J.T. Williams, R.W. Smith, A. Hughes, N. Haq, C.R. Clement (eds). **Annona species**. A.C.Q. Pinto, M.C.R. Cordeiro, S.R.M. de Andrade, F.R.Ferreira, H.A. de Filgueiras, R.E.Alves & D.I.Kinpara. International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, Southampton, UK.
- Fitter, A. H. & Hay, R. K. M. 2002. **Environmental Physiology of Plants**. Ed 3. Academic press. San Diego. CA. 367p.
- Friedman, J. 1995. In: 629-644. J. Kigel & G. Galili (eds) **Seed Development and Germination**. CRC Press. 1995. 853p.
- Fujii, Y.; Parvez, M. M.; Ohmae, Y. & Iida, O. 2003. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method, **Weed Biology and Management**. 3: 233-241.
- Harbourne, J. B. 1997. Plant secondary metabolism p251-261. In M.J. Crawley (eds) **Plant Ecology**. 2nd edition. Blackwell publishing. 1997. 717p.
- Hierro, J. L. & Callaway, R. M. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion. **Plant and Soil**. 256: 29-39.
- Inderjit; Kaur, M. & Foy, C. L. 2001. On the significance of field studies in allelopathy. **Weed Technology**. 15: 792-797.

- Liu, X. X.; Alali, F. Q.; Pilarinou, E. & MLaughlin, J. L. 1999a. Two bioactive mono-tetrahydrofuran acetogenins, annoglacins A and B, from *Annona glabra*. **Phytochemistry**. 50: 815-821.
- Liu, X. X.; Pilarinou, E. & MLaughlin, J. L. 1999b. Two novel acetogenins, Annoglaxin and 27-Hydroxybullatacin, from *Annona glabra*. **Journal of Natural Products**. 62: 848-852.
- Lobo, P. C. & Joly, C. A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. p143-157. In **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, Eds.). Editora da universidade de São Paulo. São Paulo. 320p.
- Mata, D. I. & Moreno-Casasola, P. 2005. Effect of in situ storage, light, and moisture on the germination of two wetland tropical trees. **Aquatic Botany**. 83: 206-218.
- Meerow, A. W. & Black, R. J. 1993. **Enviroscaping to conserve energy: trees for South Florida**. University of Florida.
- Mendonça, F. A. C.; Silva, K. F. S.; Santos, K. K.; Ribeiro-Júnior, K. A. L. & Sant'Ana, A. E. G. 2005. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**. 76: 629-636.
- Núñez-Elisea, R.; Schaffer, B.; Fisher, J. B.; Colls, A. M. & Crane, J. H. 1999. Influence of flooding on net CO₂ assimilation, growth and stem anatomy of *Annona* species. **Annals of Botany**. 84: 771-780.
- Padmaja, V.; Thankamany, V.; Hara, N.; Fujimoto, Y. & Hisham, A. 1995. Biological activities of *Annona glabra*. **Journal of Ethnopharmacology**. 48: 21-24.
- Peng, S. L.; Jun, W. & Guo, Q. F. 2004. Mechanism and active variety of allelochemicals. **Acta Botanica Sinica**. 46(7): 757-766.
- Pinto, A. C. Q. 2005a. Introduction. In J.T. Williams, R.W. Smith, A. Hughes, N. Haq, C.R. Clement (eds). **Annona species**. A.C.Q. Pinto, M.C.R Cordeiro, S.R.M. de Andrade, F.R.Ferreira, H.A. de Filgueiras, R.E.Alves & D.I.Kinpara. International Centre for Underutilised Crops, University of Southrampton, Southrampton, UK.
- Pinto, A. C. Q. 2005b. Taxonomy and Botany. In J.T. Williams, R.W. Smith, A. Hughes, N. Haq, C.R. Clement (eds). **Annona species**. A.C.Q. Pinto, M.C.R Cordeiro, S.R.M. de Andrade, F.R.Ferreira, H.A. de Filgueiras, R.E.Alves & D.I.Kinpara. International Centre for Underutilised Crops, University of Southrampton, Southrampton, UK.
- Rice, E. L. **Allelopathy**. 2nd Ed., New York Academic Press, 1984.
- Rizvi, S. J. H.; Haque, H.; Singh, V. K. & Rizvi, V. 1992. A discipline called allelopathy. In S. J. H. Rizvi & V. Rizvi (eds). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall. Springer.

- Santos, A. F. & Sant'Ana, A. E. G. 2001. Molluscicidal properties of some species of *Annona*. **Phytomedicine**. 8(2): 115-120.
- Souza-Filho, A. P. S. & Alves, S. M. 2002. Mecanismos de ação dos agentes alelopáticos *In*: A. P. S. Souza-Filho & S. M. Alves. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 260p.
- SPREP - South Pacific Regional Environment Programme. 2000. **Invasive species in the Pacific: a technical review and draft regional strategy**. (Greg Sherley, ed) Apia, Samoa.
- Tongma, S.; Kobayashi, K. & Usui, K. 2001. Allelopathic activity of Mexican sunflower [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray] in soil under natural field conditions and different moisture conditions. **Weed Biology and Management**. 1: 115-119.
- Waller, G. R.; Feng, M. C. & Fujii, Y. 1999. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. p75-98. *In*: Indejit, Dakshini, K.M.M. & Foy, C.L. (eds) **Principles and Practices in Plant Ecology**. Boca Raton, CRC press, 1999. 608p.
- Zhang, Y. H.; Peng, H. Y.; Xia, G. H.; Wang, M. Y. & Han, Y. 2004. Anticancer effect of diterpenoid compounds isolated from *Annona glabra*. **Acta Pharmacologica Sinica** 25(7): 937-942.
- Zotz, G.; Tyree, M. T. & Patiño, S. 1997. Hydraulic architecture and water relations of a flood-tolerant tropical tree, *Annona glabra*. **Tree Physiology** 17: 359-365.

CAPÍTULO 1 - Influência das inundações na distribuição de espécies arbóreas ao longo do Rio Massaguaçu (Caraguatatuba, São Paulo, Brasil)

RESUMO

A vegetação estuário do rio Massaguaçu está sujeita a alagamentos periódicos. Esse regime de alagamento pode ser um fator importante na distribuição e composição da flora arbórea local. O presente trabalho objetivou a determinação da distribuição de espécies arbóreo-arbustivas do estuário do rio Massaguaçu, relacionado ao seu regime de inundações. A partir da foz sentido a montante, foram determinadas 5 bancos de vegetação inundável (A, B, C, D, e E). Em cada área, foram sorteadas 80 parcelas (5x5m), nas quais foram amostradas, quantitativamente e qualitativamente, as espécies arbóreo-arbustivas (PAP>10cm). Foram mensurados o perímetro basal e altura da espécie *Annona glabra* L. encontradas nas parcelas. A profundidade central de cada parcela foi amostrada, assim como o nível diário de alagamento do estuário. O ciclo de abertura e fechamento do estuário é mais freqüente e tem um nível máximo médio menor no período chuvoso. A diversidade de Shannon total da área foi de 2,216 nat.ind.⁻¹ e a riqueza total foi de 30 espécies. A família Myrtaceae foi a de maior riqueza. As áreas A e C foram mais similares entre si, assim como as áreas D e E. Apesar das espécies encontradas serem bem adaptadas a alagamentos periódicos, a riqueza é maior nas faixas de menores alagamentos. A distribuição das espécies pela profundidade de cada parcela mostra que *Annona glabra*, *Dalbergia ecastophyllum*, *Hibiscus pernambucensis* e *Garcinia gardneriana* habitam, em média, locais mais profundos do que as demais espécies. Os parâmetros biométricos de *A. glabra* indicam que esta espécie, quando associada a outras é mais alta e de perímetro basal menor que as que vivem em agrupamentos monoespecíficos. As profundidades de inundação são determinantes no padrão de distribuição e na composição florística do estuário do rio Massaguaçu e a distribuição de *A. glabra* parece estar relacionada à suas adaptações a este tipo de ambiente e na colonização de locais menos competitivos.

ABSTRACT

The vegetation of blind estuary of the Massaguaçu River in Caraguatatuba, is subject to periodical flooding. This flooding regime may be an important factor over the local tree composition and distribution. The present research purpose was to determine the tree-shrub species distribution on the Massaguaçu river estuary, related to flooding regime. Upstream, from the river mouth, 5 flooded vegetation banks were established (A, B, C, D, e E). Eighty plots (5x5m) were sample drew in each field, in which, quantitative and qualitative tree shrub (PBH>10 cm) species were sampled. *Annona glabra* L basal perimeter and height measurements were collected. Central plot deep were measured, as well the estuary daily water level. The rainy season estuary open-close cycle are more frequent and have a higher average maximum level. Caraguatatuba total field have a 2.216 nat.ind.⁻¹ Shannon diversity index and 30 species total richness. The most richer was the Myrtaceae family. A and C plots were more similar among themselves as well D and E plots. In despite of species adaptations to periodic flooding, higher richness was found in lower flooded ranges. The species distribution per average deep plots shows *Annona glabra*, *Dalbergia ecastophyllum*, *Hibiscus pernambucensis* and *Garcinia gardneriana* occupying deeper sites than other species. *A. glabra* biometric prameters indicate higher and more thin trees, when in association with other species, than living in mono specific groups. The water depth regime limits the species distribution and composition in Massaguaçu river estuary. The *A. glabra* distribution seems to be related to their flooding adaptations and to their colonization in less competitive spots.

INTRODUÇÃO

A vegetação encontrada nas margens do Rio Massaguaçu pode ser caracterizada como sendo uma vegetação de restinga, cujo termo é definido na resolução CONAMA n° 07/1996 como, todo tipo de vegetação existente no litoral, com exceção dos manguezais e da floresta ombrófila densa, dividida em: vegetação de praias e dunas; vegetação sobre cordões arenosos e vegetação associada às depressões. Souza (2007) propôs a classificação dessa vegetação de planície costeira de baixa encosta em oito tipos: floresta de transição de restinga-encosta; floresta de restinga úmida; floresta alta de restinga; floresta baixa de restinga; floresta paludosa, brejo de restinga; manguezal; vegetação sobre praias, escrube, dunas e entre cordões.

Os padrões florísticos são usualmente correlacionados com as variáveis geoclimáticas, principalmente sazonalidade das chuvas e temperatura, não sendo diferentes para floresta Atlântica (Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

Florestas sujeitas à inundações têm sua vegetação arbórea determinada pela periodicidade, duração e profundidade do alagamento. Esse regime hídrico pode dividir a vegetação em florestas aluviais, com inundações que duram algumas horas ou poucos dias, e florestas paludosas, que tem solos hidricamente saturados a maior parte do ano (Lobo & Joly, 2000).

Silva *et al.*, (2007) ressaltaram que pouco se conhece sobre os padrões de distribuição de espécies em ambientes inundáveis. Neste sentido, este trabalho teve o intuito de contribuir para a compreensão dos padrões de distribuição no estuário do rio Massaguaçu. Tratamento especial foi dado para *Annona glabra* L., para a qual se estudou parâmetros biométricos, relacionando-os com a vegetação arbórea adjacente e com os níveis de inundação.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo - Localizado no município de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo (23°37'20''S e 54°21'25''O), o Rio Massaguaçu é separado do oceano adjacente por uma barra de areia, formando um estuário cego. A montante do rio, a partir da foz, foram reconhecidos e delimitadas 5 bancos de macrófitas denominados como área A, B, C, D e E (Fig. 1).



Figura 1. Foto aérea do estuário indicando as cinco áreas de coleta.

Em uma foto aérea georeferenciada foram sorteadas e marcadas 80 parcelas (5 x 5m) em cada banco de macrófitas identificados. As coordenadas destas parcelas foram transmitidas ao GPS para a localização dos mesmos em campo.

Amostragem de parâmetros bióticos – amostragem quantitativa e qualitativa arbustivo-arbóreo (PAP > 10). As parcelas foram separadas em dois grupos nas análises, sendo o primeiro, o grupo de parcelas que ocorriam *A. glabra* em associação com outras espécies arbóreo-arbustivas (EA). E um grupo de parcelas em que *A. glabra* era ausente, mas outras espécies arbóreas ocorriam (SA).

Os dados de parâmetros biométricos de perímetro basal (PB) e altura (h) de *A. glabra* foram amostrados em duas coletas (2007 e 2008). Esses dados foram separados em

dois grupos, cujo critério foi a ocorrência interespecífica. Um grupo que consistiu de *A. glabra* ocorrendo em grupos monoespecíficos, ou seja, se encontravam isoladas de outras espécies arbóreas (não associadas - NA). O segundo grupo era formado por *A. glabra* que ocorriam em associação com outras espécies (AS) na mesma parcela.

Amostragem de parâmetros abióticos – Foi medida a profundidade central de cada parcela e o nível diário do estuário entre agosto de 2007 e agosto de 2008. Como parâmetro, foi instalada uma estaca graduada na lagoa, na qual o marco zero foi padronizado ao nível mais baixo do estuário, na maré baixa, com a barra aberta.

Análise estatística – Foi determinada riqueza de espécies e o índice de diversidade de Shannon por área (A, B, C, D, E). Dentro destas áreas as parcelas foram separadas em dois grupos: parcelas onde *A. glabra* ocorria em associação a outras espécies arbóreas (EA) e parcelas onde *A. glabra* era ausente, mas outras espécies arbóreas ocorriam (SA). A diversidade foi calculada para cada grupo e comparada.

Os índices de diversidade foram comparados pelo Teste T com intervalo de confiança 95%. A similaridade entre as cinco áreas de Caraguatatuba (A, B, C, D, E) foi determinada através do índice de Bray-Curtis. Foi analisada também a similaridade (Jaccard) e a correspondência das cinco áreas de Caraguatatuba com a duas áreas do Município de Bertoga – SP (Lopes, 2007), contendo ao todo seis formações florestais, e dois fragmentos da Reserva Biológica de Poço das Antas – Município de Silva Jardim – RJ (Carvalho, 2006a). Os parâmetros biométricos foram comparados pelo teste de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Os dados de uma pré-coleta foram usados na determinação do número de parcelas necessários a serem amostrados. A curva do número acumulado de espécies praticamente se estabiliza na 50^a parcela, acrescentando apenas uma espécie nas 30 parcelas seguintes (figura 2).

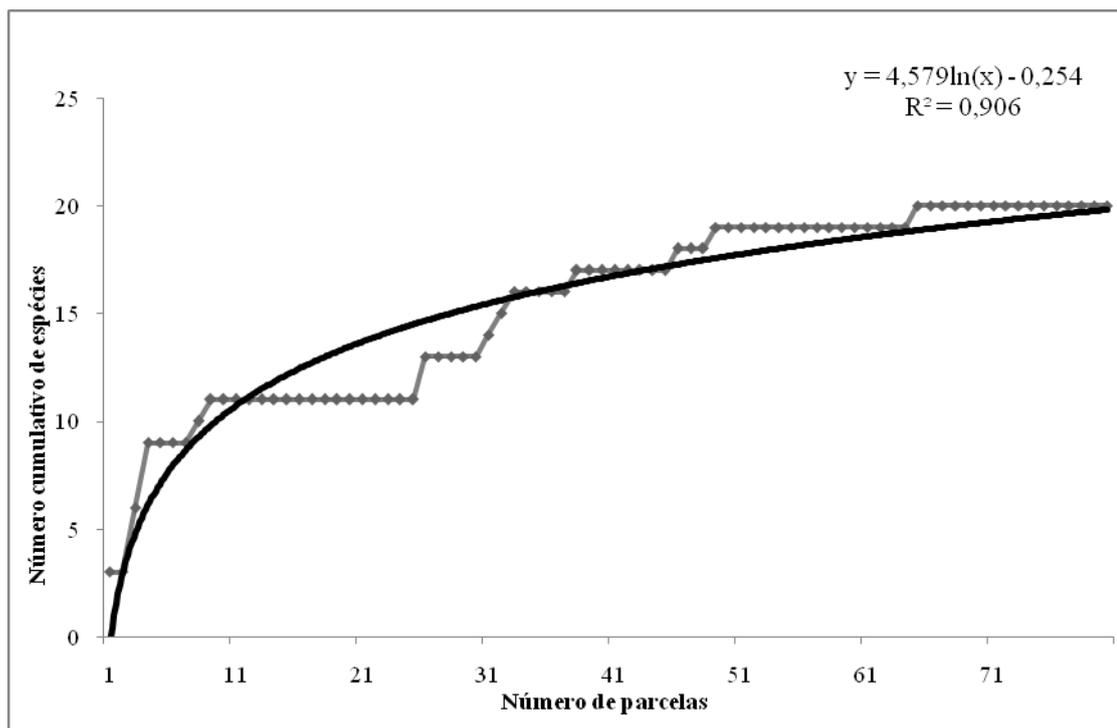


Figura 2. Valores acumulado de espécies por parcelas coletadas e curva de tendência logarítmica.

A tabela 1 mostra a ocorrência total (T) das espécies por área e ocorrências separadas em áreas cujas parcelas continham *Annona glabra* (EA) e parcelas sem *A. glabra* (SA). As famílias mais representativas foram a Clusiaceae e Annonaceae somando 58,41% das ocorrências, representadas pelas espécies *Calophyllum brasiliense* e *Annona glabra* respectivamente. Nas áreas A e C a família Annonaceae é mais abundante que Clusiaceae e nas áreas D e E, Clusiaceae é mais abundante. Na área E, Bignoniaceae (16,38%) são representadas por *T. cassinoides* (tab. 2) e na área B existem somente três espécies arbustivo-arbóreas: *Annona glabra*, *Dalbergia ecastophyllum* e *Mimosa bimucronata*.

Tabela 1. Ocorrência de espécies nas áreas A, B, C, D, e E, em que, são representadas o número de ocorrências total por área (T), número de ocorrências nas parcelas em que *A. glabra* ocorria (EA), e parcelas em que *A. glabra* estava ausente (SA).

espécies	A			B			C			D			E		
	EA	SA	T	EA	SA	T									
<i>Annona glabra</i> L.	25		78	7		28	24		41	26		48	9		10
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.			1	1					2	2					1
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) D.C.	11		11									6	6	10	19
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	4	2	6						1	1		1	1	1	6
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi.			2	2								7	11		
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	9	8	17				5	18	23	26	77	103	5	65	70
<i>Pera glabrata</i> (schott) Poepp.			1	1								0			
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> L.	2	1	3	2	7	9	3	4	7						
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.	2	4	6	1	1	2	2		2	1	3	4	1	2	3
<i>Hibiscus pernambucensis</i> Arruda	5	5	10							2	1	3			
cf. <i>Schwartzia</i> sp.															1
<i>Rapanea guianenses</i> Aubl.	1	2	3				1	7	8						1
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez.			1	1									1	1	2
<i>Rapanea lanceolata</i> (Pancher & Sebert) Mez		4	4				4	1	5						4
<i>Rapanea parvifolia</i> (A. DC) Mez			1	1						0					
<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez											1	1			3
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2	4	6				12		12	3	3	6	1	11	12
<i>Myrcia insularis</i> Gardner											3	3			
<i>Eugenia umbelliflora</i> Berg.			11	11						3	7	10			
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunt) O. Berg							1		1			0	1		1
<i>Myrcia rostrata</i> DC.										1					2
<i>Eugenia cf. neoaustralis</i> Sobral							1		1				1		1
<i>Calyptanthes</i> sp. 1										1			2	2	4
<i>Eugenia cf. fusca</i> O.Berg											1	1			
<i>Myrcia</i> sp.												0	1		1
<i>Gomidesia schaueriana</i> O.Berg			1	1											
<i>Calyptanthes</i> sp. 2									1	1					
<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart.	1	3	4						2	2	10	21	31	1	12
<i>Rudgea</i> sp.			2	2							1				
Indeterminada														2	10

Tabela 2. Lista de ocorrência de famílias (n), a representatividade expressa em porcentagem (fr%), a riqueza de espécies (S), índice de diversidade de Shannon (H) e Uniformidade (J) por área.

	A		B		C		D		E		Total	
	n	fr%										
Annonaceae	78	46,43	28	71,79	41	37,96	48	21,05	10	5,65	205	28,51
Rubiaceae	6	3,57	0	0	2	1,85	31	13,6	13	7,34	52	7,23
Clusiaceae	19	11,31	0	0	23	21,3	103	45,18	70	39,5	215	29,9
Cecropiaceae	6	3,57	0	0	1	0,92	1	0,43	7	3,95	15	2,08
Fabaceae	9	5,35	11	28,21	9	8,33	11	4,82	3	1,69	43	5,98
Malvaceae	10	5,95	0	0	0	0	3	1,31	0	0	13	1,80
Euphorbiaceae	1	0,59	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,13
Myrsinaceae	9	5,35	0	0	15	13,89	5	2,19	10	5,65	39	5,42
Myrtaceae	18	10,71	0	0	15	13,89	18	7,89	21	11,86	71	9,87
Bignoniaceae	11	6,54	0	0	0	0	6	2,63	29	16,38	46	6,39
Marcgraviaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,56	1	0,13
Arecaceae	1	0,59	0	0	2	1,85	0	0	1	0,56	4	0,55
Indeterminada	0	0	0	0	0	0	2	0,877	12	6,78	14	1,94
Riqueza (S)	19		3		13		13		18		30	
Shannon_H	2,050		0,729		1,865		1,689		2,073		2,216	
Uniformidade	0,4087		0,6907		0,4965		0,4167		0,4417		0,3056	

O índice de diversidade de Shannon total foi de 2,216 nat.ind.⁻¹ com uma uniformidade de 0,30 (tab. 2). Comparadas pelo teste T a diversidade da área E, que obteve o maior valor (2,07 nat.ind.⁻¹), foi semelhante a diversidade da área A. Ambas diferiram de B e D. A área B diferiu de todas as outras áreas, e a área C diferiu de B e de E. As áreas D e C são estatisticamente iguais, diferindo de E (fig. 3).

Somente a área A apresentou diferença significativa entre a diversidade de espécies do grupo em que *A. glabra* ocorria (EA) e a diversidade do grupo em que *A. glabra* não ocorria (SA) (tab. 3). Algumas espécies como *Syagrus romanzoffiana*, *Eugenia umbelliflora*, *Rapanea umbellata*, *R. lanceolata*, *R. parvifolia*, *Garcinia gardneriana*, não aparecem associadas a *A. glabra* nesta área.

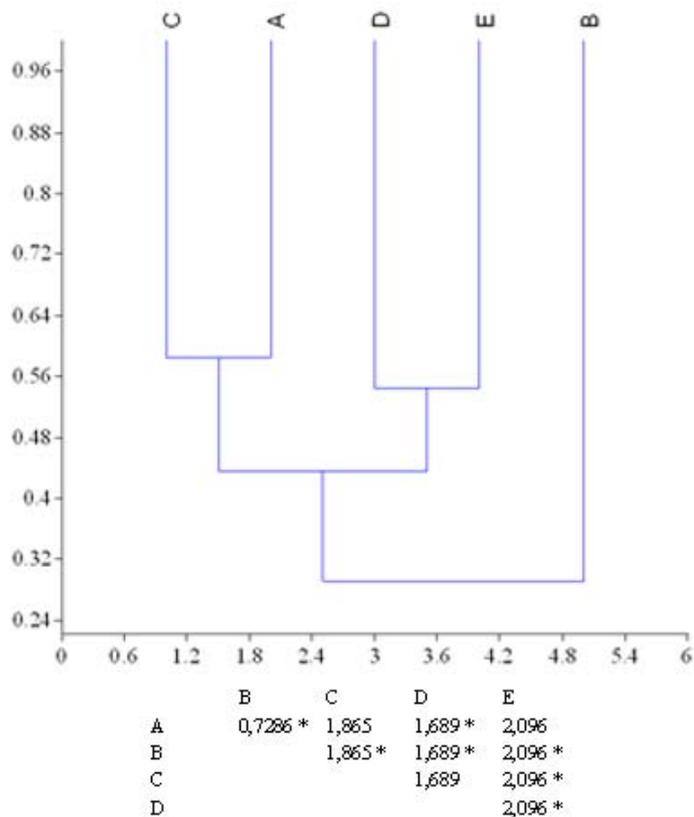


Figura 3. O dendrograma representa a Similaridade de Bray-Curtis entre a cinco áreas amostradas (A, B, C, D, E) e valores de diversidade (Shannon) comparados pelo teste T em que, (*) indica diferença significativa entre os valores de diversidade.

Tabela 3. Valores de riqueza (S), diversidade de Shannon (H) e Uniformidade (J) da flora arbustivo-arbórea nas parcelas em que *A. glabra* ocorria (EA) e de parcelas em que *A. glabra* não ocorria (SA), dentro de cada área. *A. glabra* foi excluída dessas análises.

	ÁREA A			ÁREA B			ÁREA C			ÁREA D			ÁREA E			TOTAL		
	S	H	J	S	H	J	S	H	J	S	H	J	S	H	J	S	H	J
EA	10	1,37	0,4	2	0,64	0,94	8	1,71	0,69	9	1,46	0,48	13	2,12	0,64	20	2,33	0,51
SA	18	1,96	0,4	2	0,38	0,73	8	1,53	0,58	12	1,47	0,36	14	1,84	0,45	26	2,16	0,33
Total	19	1,53	0,2	2	0,47	0,80	12	1,95	0,59	12	1,49	0,37	18	1,99	0,41	29	2,26	0,33

O nível diário do estuário e as profundidades das parcelas foram usados na determinação das classes de tempo de alagamento. Durante o período chuvoso (16/10/2007 – 13/05/2008) os ciclos de abertura e fechamento duram em média 7,48 dias, com uma média de alagamento máximo de 148,8 cm, enquanto que para o período de seca esses valores são de 20,16 dias e 177,4 cm, respectivamente (fig. 4).

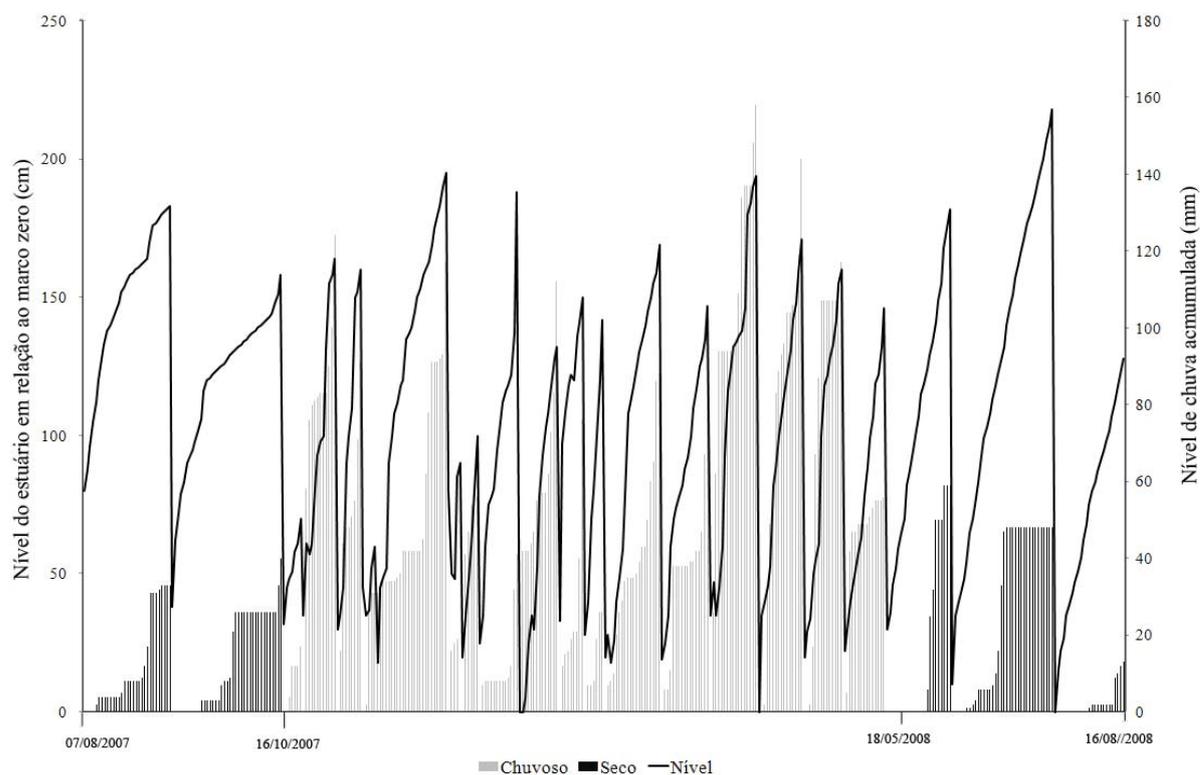


Figura 4. Relação entre o nível do estuário (linha) e a pluviosidade durante o período seco e chuvoso entre 07/08/2007 e 16/08/2008 (barras).

As áreas A, B e C apresentam uma maior ocorrência de parcelas em profundidades maiores (classes IV, V e VI), sendo a classe V a de maior ocorrência. Nas classes D e E, a classe IV é a de maior ocorrência, apresentando também um número maior de classes mais rasas (II e III), em relação a A, B e C. As parcelas com árvore (PCA) estão em maior número na classe IV para as áreas A, B, C e D, e a classe III para a área E (tab. 4 e fig. 5).

Nas áreas A e B, as médias das riquezas por PCA, são semelhantes entre as classes de profundidade que ocorrem. Nas áreas C, D e E apresentam maior média de riqueza na classe II de profundidade (tab. 4 e fig. 5).

Tabela 4. Número de ocorrências de parcelas (PC), o número de parcelas com presença de árvores (PCA) e a média das riquezas por PCA (Sm) por classes de tempo de alagamento (Em porcentagem por tempo médio de alagamento). Algumas faixas de alagamento são inexistentes (ne) nas áreas de coleta.

Profundidade (cm)	Classes por tempo de alagamento	A			B			C			D			E		
		PC	PCA	Sm	PC	PCA	Sm	PC	PCA	Sm	PC	PCA	Sm	PC	PCA	Sm
190-148	0-17% (I)	1	1	1,0	ne	ne	ne	ne	ne	ne	1	1	1,0	4	2	1,5
148-134	17-34% (II)	ne	ne	ne	ne	ne	ne	5	5	3,8	5	5	4,0	12	9	2,5
134-113	34-51% (III)	1	1	2,0	1	1	1,0	6	6	2,5	11	9	2,9	18	15	2,4
113-92	51-68% (IV)	19	13	1,3	19	7	1,2	27	11	1,3	29	18	2,2	28	7	2,1
92-71	68-85% (V)	21	3	1,0	36	7	1,2	33	1	1,0	15	1	1,0	5	1	1,0
71-0	85-100% (VI)	12	1	1,0	23	1	1,0	6	0	0	9	1	1,0	4	0	0

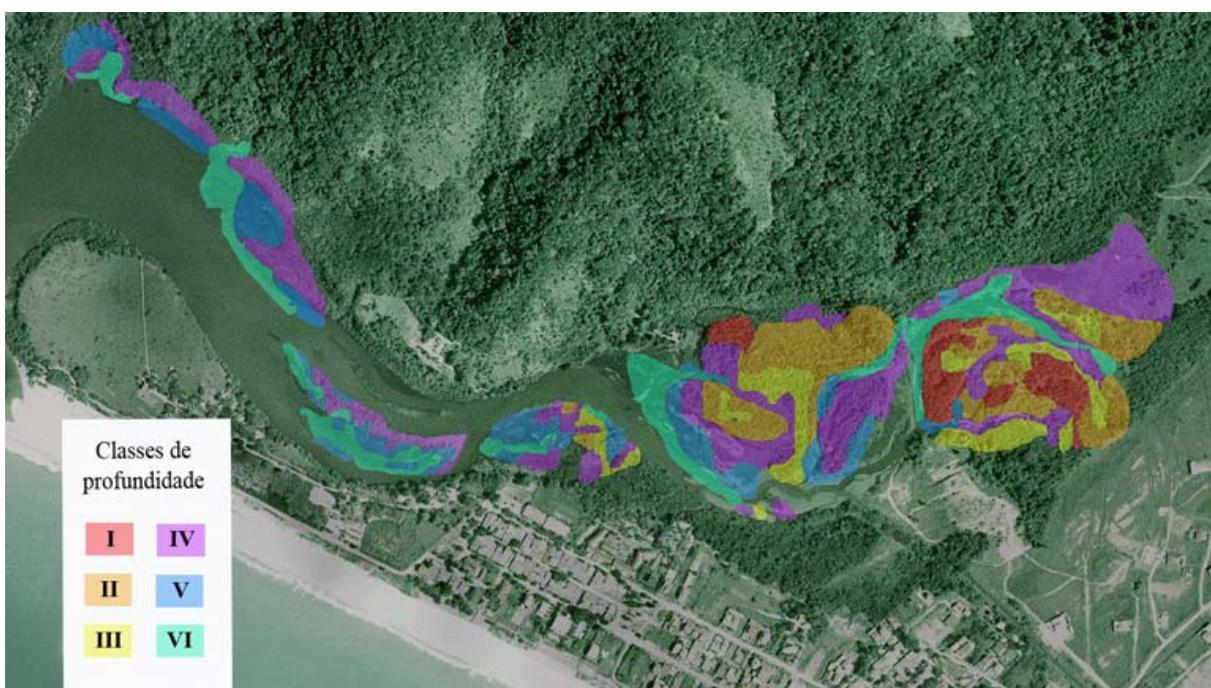


Figura 5. Perfil de profundidades, definidas por classes de tempo de alagamento, nas 5 áreas de coleta (A, B, C, D e E)

Na análise do perfil de distribuição das espécies pela profundidade de cada parcela indica quatro espécies (*Annona glabra*, *Dalbergia ecastophyllum*, *Hibiscus pernambucensis* e *Garcinia gardneriana*) ocorrendo em uma média de profundidade abaixo das demais espécies encontradas, que estão acima de 100 cm (fig. 6).

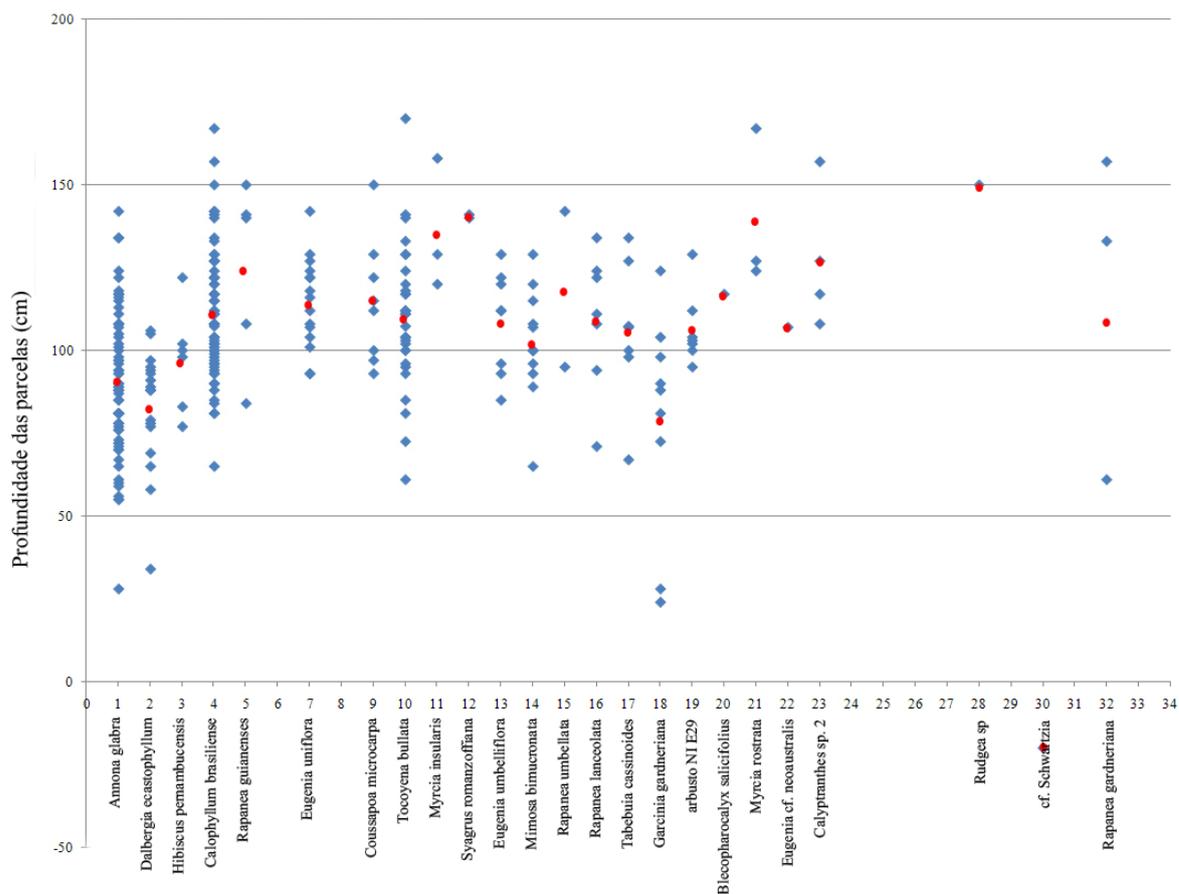


Figura 6. Perfil de distribuição das espécies em relação à profundidade das parcelas (azul) em que ocorriam e suas médias (vermelho).

Biometria de *A. glabra* - a amostra de indivíduos foi aumentada com a união dos dados das coletas de 2007 e 2008. Os parâmetros de altura (h) e perímetro basal (PB) divergiram entre os grupos de *A. glabra* associados (AS) e não associados (NA). Indicando que *A. glabra* são mais baixas e possuem perímetro basal maior quando crescem em agrupamentos uniespecíficos (tab. 5).

Tabela 5. Média, desvio e erro padrão da altura e perímetro basal de *A. glabra* associadas a outras árvores (A) e das que ocorriam isoladamente na parcela (NA).

	Altura *			Perimetro da base *		
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
NA	3,171	0,974	0,064	0,933	0,446	0,029
AS	4,004	1,318	0,107	0,796	0,633	0,052

A análise de similaridade e correspondência mostram a formação de três grupos de composição florestal distintas. Um agrupamento de áreas de Caraguatatuba, uma

dos fragmentos de Poço das Antas (Carvalho *et al.*, 2006a) e outro agrupamento das formações de Bertioga (Lopes, 2007) (fig. 7).

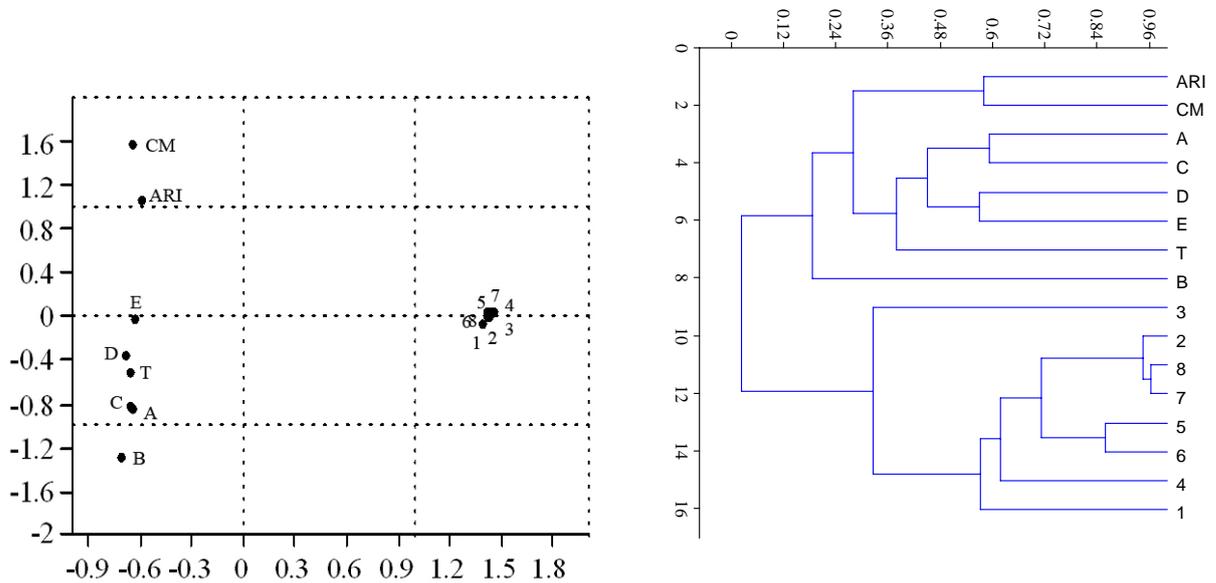


Figura 7. Análise de correspondência e dendrograma de similaridade (Jaccard) entre as áreas de Caraguatatuba (A, B, C, D, E, T), Itaguapé (7) e Guaratuba(8) e seis formações florestais: FbR (1) – floresta baixa de restinga, FaR (2) – floresta alta de restinga, FPa (3) – floresta paludosa, FaRu (4) – floresta alta de restinga úmida, FAL (5) – floresta aluvial, FTr (6) – floresta de transição restinga-encosta, do município de Bertioga e duas áreas de Poço das Antas (ARI, CM).

DISCUSSÃO

A frequência e duração da saturação do solo por inundações limitam fatores abióticos como o teor de oxigênio, que por sua vez afetam os processos bióticos, como a taxa de decomposição, germinação e/ou recrutamento de indivíduos. Esse regime hídrico define a estrutura espacial das espécies ao longo de um gradiente perpendicular ao rio, assim como a composição e estrutura da vegetação, densidade, dominância e frequência das populações (Lobo & Joly, 1998).

A composição de espécies arbustivo-arbóreo das cinco áreas do estuário do rio Massaguaçu mostrou similaridades entre as áreas A e C e entre D e E. A área B foi a de menor riqueza de espécies (3) provavelmente devido a sua posição central no rio, o que leva a um maior tempo de alagamento de sua área, visto que, 74% das parcelas amostradas encontram-se nas classes V e VI, com maior tempo de alagamento.

O estuário permanece com a barra aberta poucos dias, período em que o alagamento do estuário varia com regime da maré. A partir da formação da barra de areia, e interrompida a comunicação mar-estuário, o nível do estuário já apresenta um alagamento de 30 a 40 cm (classe VI), enchendo-se gradualmente de acordo com o regime de chuvas até a próxima abertura da barra e conseqüente vazão do volume de água do estuário. Esses ciclos são mais frequentes no período de chuva, e o nível máximo de alagamento é em média 30 cm mais baixo que no período de seca.

A área A, apesar de ter um tempo de alagamento maior, contém uma riqueza equivalente com a da área E, que possui classes sujeitas a menos tempo de alagamento. Porém, a área E possui algumas espécies de *Eugenia* e *Myrcia*, que não ocorrem na A.

As espécies arbóreo-arbustivas, de um modo geral, parecem bem adaptadas ao alagamento temporário, onde, quanto menor o tempo de alagamento, maior é a ocorrência de parcelas com árvores e a também a riqueza destas é maior. Entretanto, houve apenas uma ocorrência na classe VI, do gênero *Schwartzia*.

O índice de diversidade de Shannon (H') para área total amostrada em Caraguatatuba foi de 2,216 nat.ind.⁻¹, próximo aos valores de florestas periodicamente alagadas (1,75 e 1,99 nat.ind.⁻¹) (Carvalho *et al.*, 2006a) e maiores que floresta de baixada permanentemente alagadas (1,3 nat.ind.⁻¹) em Poço das Antas (Scarano, 1998). É também mais baixa que outras formações como a floresta sobre morrote ($H'=4,06$ nat.ind.⁻¹), semelhante às diversidades encontradas em florestas tropicais, assim como a formação de floresta turfosa rasa ($H'=2,98$ nat.ind.⁻¹) (Sztutman, 2002).

Myrtaceae foi a família com maior riqueza (11 espécies), assim como constatado por Cervi *et al.* (2007) em Floresta Atlântica de várias localidades: Paraíba, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná.

Silva *et al.* (2007) classificaram *E. uniflora* como espécie da floresta aluvial, *T. umbellata* da floresta paludosa, *S. romanzoffiana* como não preferencial. Marques & Joly (2000) confirmaram a presença de *C. brasiliense* em ambientes higrófilos, assim como *T. bullata*, *R. ferruginea*, *C. microcarpa*, *T. cassinoides*, *G. gardneriana* registradas por Martins *et al.* (2008). Estas, entre outras espécies, que compõem as áreas do rio Massaguaçu, são representantes de ambientes higrófilos ou preferenciais de florestas paludosas.

Há também a ocorrência de *M. bimucronata*, que já fora relacionada a solos mais drenados (Carvalho, 2006 a,b) como também a florestas alagáveis (Schimidlin *et al.*, 2005).

Em um estudo com dois fragmentos florestais periodicamente inundados na Reserva Biológica de Poço das Antas (Rebio) foi amostrada uma baixa riqueza de espécies por família sendo que, a família Clusiaceae foi amostrada com elevada densidade, representada principalmente por *Calophyllum brasiliense*, seguida da família Bignoniaceae representada por *Tabebuia cassinoides* (Carvalho *et al.*, 2006a).

Lopes (2007) caracterizou as formações florestais de planície costeira e baixa encosta das baías dos rios Itaguaré e Guaratuba, no município de Bertioga. Foram identificadas seis formações florestais: FbR – floresta baixa de restinga, FaR – floresta alta de restinga, FPa – floresta paludosa, FaRu – floresta alta de restinga úmida, FAL – floresta de transição restinga-encosta.

As cinco áreas do Rio Massaguaçu (A, B, C, D e E), também considerando a sua totalidade (T), foram comparadas com as 6 formações florestais de Bertioga (Lopes, 2007) e os dois fragmentos de Poço das Antas estudados por Carvalho (2006a). As áreas de Caraguatatuba foram pouco similares em relação às demais e os fragmentos de Poço das Antas foram similares aos da floresta de alta restinga.

Essa composição arbustivo-arbórea diferenciada em Caraguatatuba e sua comparação de Similaridade de Jaccard com as outras localidades mostram a formação de três grupos em relação à composição: Caraguatatuba; de Poço das Antas (Carvalho, 2006a) e Bertioga (Lopes, 2007).

A presença de *Annona glabra* tem sido registrada em ambientes de baixa planície costeira como nos estudos de Martins *et al.* (2008), que registraram a ocorrência de *A. glabra* em restinga do município de Bertioga. Lopes (2007) registrou a ocorrência desta espécie somente em floresta baixa de restinga dentre as 6 formações identificadas. Também foi registrada a presença de *A. glabra* em formações de floresta inundada ou inundável da restinga de Marambaia, RJ (Menezes & Araujo, 2005). Porém, grandes densidades de como as encontradas em Caraguatatuba não haviam sido registradas.

Dos parâmetros biométricos estudados para *Annona glabra* podemos inferir que indivíduos vivendo em agrupamentos monoespecíficos são mais baixos e possuem perímetro basal maior. Aqueles que ocorrem em associação com outras espécies tendem a ser mais altos e apresentarem perímetro basal menor.

A competição interespecífica ocorre da interação de duas ou mais populações que afetam de forma adversa os respectivos crescimento e sobrevivência. Sendo a luz um dos importantes fatores limitantes das plantas, estas terão diferentes adaptações para absorção de

luz, assim como diferentes estratégias na absorção (Odum, 2001). Esta competição por luz poderia explicar, em parte, a biometria diferencial *A. glabra*, já que as outras espécies possuem um dossel mais alto que ela.

O padrão de ocorrência de *A. glabra* parece estar relacionado com sua grande adaptabilidade ao alagamento e a preferência por ambientes menos competitivos, já que, ocorrem com maior frequência em agrupamentos uniespecíficos do que associadas com outras espécies nas áreas A e B, onde o número de parcelas da classe de profundidade de alagamento I e II é praticamente inexistente. Em contrapartida, D e E possuem um grande número de parcelas sujeitas a tempos menores de alagamento, propiciando o aumento na ocupação e consequente aumento da competitividade entre espécies. Talvez, esse perfil de alagamento seja determinante na composição florística, pois há maior semelhança desses dois parâmetros entre as áreas A e C, e entre as áreas D e E.

CONCLUSÕES

As profundidades de inundações são determinantes no padrão de distribuição e na composição florística do estuário do rio Massaguaçu.

Annona glabra, *Dalbergia ecastophyllum*, *Hibiscus pernambucensis* e *Garcinia gardneriana* são encontradas em faixas de alagamentos mais prolongados demonstrando que estas espécies são mais adaptadas a alagamentos.

O padrão de distribuição de *Annona glabra* no estuário está relacionado com o perfil de inundação das áreas. Nas áreas que permanecem mais tempo alagadas, esta espécie se apresenta em aglomerados uniespecíficos, enquanto que em áreas menos alagáveis a maior parte do tempo, ela aparece associada a outras espécies.

As suas adaptações a ambientes alagados tais como raízes adventícias, aerênquima nas raízes e na base do caule, frutos flutuantes e sementes que se dispersam pela água aumentam seu potencial colonizador neste tipo de terreno.

Os parâmetros biométricos de *A. glabra* foram diferentes quando esta espécie se encontrava em agrupamentos monoespecíficos em comparação com aqueles associados a outras espécies arbóreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T.; Braga, J. M. & Rodrigues, P. J. F. P. 2006 a. Estrutura da comunidade arbórea da Floresta Atlântica de baixada periodicamente inundada na reserva Biológica de poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. 57(3): 503-518.
- Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T. & Braga, J. M. 2006 b. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da floresta atlântica submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**. 20(3): 727-740.
- Cervi, A. C.; Hatschbach, G. G. & von Linsingen, L. 2007. Composição florística de um trecho de Floresta ombrófila densa de terras baixas (Floresta Atlântica) na Reserva ecológica de Sapitanduva (Morretes, Paraná, Brasil). **Fontqueria** 55(52): 423-438.
- Coutinho, L. M. 2006. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**. 20(1): 1-11.
- Lobo, P. C. & Joly, C. A. 1998. Tolerance to hipoxia and anoxia in neotropical tree species *In*: Scarano, F.R & Franco, A.C. (eds). Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics. **Oecologia Brasiliensis**. 4: 137-156. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- Lobo, P. C. & Joly, C. A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. p143-157. *In* **Matas ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, Eds.). Editora da universidade de São Paulo. São Paulo. 320p.
- Lopes, E. A. 2007. Dissertação. **Formações florestais de planície costeira e baixa encosta e sua relação com o substrato geológico das bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba (Bertioga, SP)**. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente.
- Marques, M. C. M. & Joly, C. A. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 23(1): 107-112.
- Martins, S. E.; Rossi, L.; Sampaio, P. S. P. & Magenta, M. A. G. 2008. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 22(1): 249-274.
- Menezes, L. F. T.; Araujo, D. S. D. 2005. **Formações vegetais da restinga da Marambaia**, Rio de Janeiro. *In*: História Natural da Marambaia. Edur. 288p.
- Odum, E. P. 2001. **Fundamentos de ecologia**. 6º Ed. Fundação Calouste Gulbenkian.
- Oliveira-Filho, A. T. & Fontes, M. A. L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and Influence of climate. **Biotropica**. 32(4b): 793-810.

- Scarano, F. R.; Rios, R. I. & Esteves, F. A. 1998. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in Brazilian flood-prone forests. **International Journal of Ecological and Environmental Sciences**. 24: 223-235.
- Schimidlin, L. A. J., Accioly, A., Acioly, P. & Kirchner, F. F. 2005. Mapeamento e caracterização da vegetação da ilha de Superagui utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta**. 35(2): 303-315.
- Silva, A. C., Berg, E. V. D., Higuchi, P. & Oliveira-Filho, A. T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 30(2): 257-269
- Souza, C. R. de G., Lopes, E. A. & Moreira, M. G. 2007. Proposta de classificação de biomas de planície costeira e baixa-média encosta em Bertioga (SP). **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu –MG.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R. R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque estadual da Campina do encantado, Pariquera-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. 25(2): 161-176.

CAPÍTULO 2 – Efeitos Alelopáticos de extratos aquosos de *Annona glabra* L.

RESUMO

Neste capítulo foi investigado o potencial alelopático dos extratos foliar aquosos de *A. glabra* nas concentrações 5 e 10%. Definindo que classes de substâncias existem nos extratos brutos e em qual polaridade as substâncias com potencial alelopático aparecem nos extratos semipurificados. A ação dessas frações foi avaliada sobre o crescimento de tecidos vegetais. A atividade dos extratos aquosos foi testada sobre a germinação e crescimento inicial de cultivares bioindicadoras (*Lactuca sativa* e *Sesamum indicum*) e sobre espécies infestantes de culturas (*Bidens pilosa*, *Ipomea grandifolia* e *Echinochloa crus-galli*). O extrato aquoso 10% foi submetido à cromatografia de partição líquido:líquido (CPLL). A influência das frações resultantes, hexano e acetato de etila, foi testada sobre germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa*, *Euphorbia heterophylla*, *I. grandifolia* e *E. crus-galli*. A fração com resultados mais inibitórios foi submetida ao fracionamento em coluna de sílica gel. As frações resultantes foram reunidas por cromatografia em camada delgada (CCD) e diluídas em 4 concentrações (39,5; 79; 158 e 1000 ppm) e suas atividades foram avaliadas sobre o crescimento de coleóptilos de trigo. Os extratos aquosos inibiram a germinação de todas as espécies alvo, sendo a *E. crus-galli* a espécie que sofreu menor inibição, sendo afetada apenas no tempo médio de germinação pelo extrato 10%. O crescimento inicial de todas as espécies foi inibido. A fração acetato de etila inibiu a germinação de *L. sativa* e *E. crus-galli* e o crescimento inicial de todas as espécies alvo. O extrato com hexano não afetou a germinação, nem o crescimento inicial de nenhuma espécie alvo. Das 5 frações resultantes da CCD (A, B, C, D e E), a concentração de 1000ppm das frações A e D foram inibitórias e as demais concentrações foram estimuladoras. A fração B que teve padrão de inibição em todas as concentrações, não mostrou diferenças de atividade quando comparada ao controle positivo de cumarina, nas concentrações maiores que 39,5 ppm. Os testes qualitativos para compostos secundários mostraram a presença de alcalóides, taninos, flavonóides e triterpenos. Os extratos foliares aquosos mostraram fortes resultados inibitórios assim como as semipurificações de extrato acetato que comprovaram a existência de substâncias com potencial alelopático com polaridade semelhante e esse solvente. Essa fração possui substâncias, que dependendo da concentração, são estimuladoras ou inibidoras do crescimento

de coleóptilos de trigo. Os resultados dos ensaios mostraram forte inibição sobre espécies bioindicadoras e infestantes e sobre o crescimento vegetal, sugerindo que *A. glabra* tem potencial para o desenvolvimento de herbicidas naturais.

ABSTRACT

This chapter investigated the allelopathic potential of leaves aqueous extracts of *A. glabra* in 5 and 10% concentrations. Which classes of substances exists in gross extract and determines the substances polarity with allelopathic potential in semi-purified extracts. These fractions activities were tested over plant growing tissues. The aqueous extract activity was tested against germination and initial growth of bioindicator cultivars (*Lactuca sativa* and *Sesamum indicum*), and weeds (*Bidens pilosa*, *Ipomea grandifolia* e *Echinochloa crus-galli*). The 10% aqueous extract was submitted to liquid:liquid chromatography (LLC). The activity of the resultant fractions (hexane and ethyl acetate) were tested against germination and initial growth of *L. sativa*, *Euphorbia heterophylla*, *I. grandifolia* e *E. crus-galli*. The inhibitoriest fractions were submitted to silica gel fractioning process. The resultant fractions were grouped by thin-layer chromatography process (TLC) and then diluted into 4 concentrations (39.5; 79; 158 and 1000 ppm) and their activities on wheat coleoptiles growth were evaluated. The aqueous extracts inhibited all target species germination, in which *E. crus-galli* was the less inhibited species, its medium time was affected only by the 10% aqueous extract. All species initial growth were inhibited. The ethyl acetate fraction inhibited *L. sativa* and *E. crus-galli* germinations and all species initial growth. The hexane fraction causes no effect on all target species germination and initial growth. From the 5 resultant fractions of LLC process (A, B, C, D e E), 1000ppm concentration of A and D fractions were inhibitory and others concentrations were stimulatory. All concentrations of B fraction had inhibition patterns, and show no activity differences to coumarin positive control in all concentrations above 39.5ppm. The secondary composes qualitative tests confirmed the presence of alkaloids, tannins, flavonoids and triterpenes. The aqueous extracts show strong inhibitory results as well the ethyl acetate semi-purified extract which give evidence of potential allelopathic substances with similar polarity to this solvent. This fraction possesses substances with stimulatory and inhibitory activity over wheat coleoptiles growth, depending on their concentration. Assay results shows stronger inhibition against bioindicator and weed species

and over plant tissue growth, suggesting *A. glabra* as a potential species to natural herbicides development.

INTRODUÇÃO

Annona glabra L. é uma espécie com ampla distribuição pertencente à família Annonaceae, tendo como habitat natural os ambientes alagadiços de regiões tropicais e subtropicais (Mielke *et al.*, 2005; Zotz *et al.*, 1997). Ela é considerada uma invasora agressiva em diversos locais ao redor do mundo como Fiji, Polinésia Francesa (SPREP 2000) e Sri Lanka (Pallewatta *et al.* 2001). O sucesso de muitas espécies invasoras tem sido relacionado às suas propriedades alelopáticas (Ferreira & Aquila, 1999; Hierro & Callaway, 2003). Muitas espécies invasivas crescem como monoculturas, desalojando a comunidade nativa.

A. glabra é usada na medicina tradicional como parasiticida e inseticida (Liu *et al.*, 1999). Essas propriedades foram confirmadas em compostos extraídos dessa espécie, que foram efetivos contra larva de mosquito *Aedes aegypti* L. (Bobadilla *et al.*, 2005; Mendonça *et al.*, 2005) e *Biomphalaria* sp. (Santos & Sant'Ana, 2001). Padmaja *et al.* (1995) demonstraram propriedades antimicrobianas e antifúngicas por extratos desta planta e Zhang *et al.* (2004) isolaram diterpenóides com propriedades anticancerígenas em seus frutos. Mendonça *et al.* (2005) indicaram que extratos de córtex caulinar matam *Artemia salina* L.. Entretanto, propriedades alelopáticas de *A. glabra* nas relações planta-planta são pouco conhecidas.

Os estudos químicos sobre as Annonaceae foram intensificados nos anos 80 e 90, principalmente pela procura de acetogeninas, uma classe de compostos com ampla atividade biológica. E antes disso, as pesquisas centraram suas investigações sobre os alcalóides isoquinolínicos. Foram catalogados cerca de 320 produtos secundários naturais provindos de 150 espécies desta família (Alali *et al.*, 1999).

Em *A. glabra* foram confirmadas a presença de monoterpenóides (Grayson, 2000) e diterpenóides, isolados de diferentes partes da planta (Chang *et al.*, 1998; Chen *et al.*, 2000; Yang *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2004). Alcalóides, esteróides e outros diterpenóides foram também isolados nos trabalhos de Chang *et al.* (2000) e Hsieh *et al.* (2004). No entanto, abordagens sobre o seu potencial alelopático ainda não haviam sido realizados.

Os herbicidas sintéticos têm-se mostrado cada vez menos efetivos na sua ação contra espécies infestantes de culturas, que resistem a esses produtos (Gelmini, 2001). Este fenômeno tem levado à busca de novas alternativas, menos agressivas ao meio, como é o caso dos herbicidas naturais. Estes têm como vantagens, serem mais solúveis em água, meia vida mais curta e não são considerados potencialmente tóxicos (Duke, 2000).

Com base em tais evidências, o presente trabalho teve como objetivos: 1) determinar o potencial alelopático do extrato aquoso de *A. glabra* sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (alface) e *Sesamum indicum* L. (gergelim), e posteriormente em plantas infestantes de culturas: *Bidens pilosa* L. (picão-preto), *Echinochloa crus-galli* L. (capim-arroz) e *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell (corda-de-viola); 2) determinar as classes de substâncias existentes nos extratos brutos de folhas *Annona glabra*; 3) determinar as polaridades das substâncias com potencial alelopático, nos extratos semipurificados com hexano e/ou acetato de etila; 4) determinar a ação dos extratos semipurificados sobre o crescimento de tecidos vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal – Em maio de 2006, folhas maduras foram coletadas assistematicamente de diferentes indivíduos de *A. glabra* no estuário cego do rio Massaguaçu (23°37'02" S; 45°21'23" O), município de Caraguatatuba, São Paulo, Brasil. O material foi seco em estufa a 45°C por 48 h.

Ensaio de Germinação – Trinta sementes de uma espécie alvo foram colocadas em uma placa de Petri (9 cm) esterilizada contendo papel filtro umedecido com 5 mL do tratamento. Estas foram tampadas e alocadas em estufa a 28°C na ausência de luz. As condições de temperatura e ausência de luz foram estabelecidas igualmente para todas as espécies como padronização das variáveis que poderiam influenciar a ação dos compostos alelopáticos contidos nos extratos. As sementes, cuja protrusão radicular apresentasse pelo menos 2mm, foram consideradas germinadas (Brasil, 1992). As sementes germinadas foram contadas e retiradas a cada 12 horas.

Ensaio de Crescimento inicial – Quinze plântulas de uma espécie alvo (com protusão radicular entre 2-4 mm, pré-germinadas em água destilada durante 48h) foram colocadas em placa de Petri (14 cm) esterilizada contendo papel filtro umedecido com 12mL do tratamento. Estas foram tampadas e alocadas em estufa a 28°C com fotoperíodo de 12h. As plântulas foram medidas com auxílio de paquímetro após cinco dias. Nos ensaios de germinação e crescimento inicial, o grupo controle recebeu apenas água destilada.

O potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *A. glabra* foi testado sobre a germinação e crescimento inicial de 4 espécies alvo, sendo duas espécies olerícolas bioindicadoras: *Lactuca sativa* L. e *Sesamum indicum* L.; e três espécies infestantes de culturas: *Bidens pilosa*, *Echinochloa crus-galli*, *Ipomoea grandifolia*.

Folhas secas foram misturadas à água destilada na proporção de 1:9, e trituradas em liquidificador industrial. A mistura foi filtrada à vácuo através de papel filtro (80 g.m⁻², 205 µm), resultando em um extrato 10%, que foi diluído em água destilada para obtenção do extrato 5%.

O delineamento experimental em ambos os ensaios foi inteiramente casualizado com cinco réplicas. Cada espécie receptora recebeu três tratamentos: extrato foliar aquoso 10 e 5% e o controle. Foram calculados a porcentagem e tempo médio de germinação, que foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn (p<0.05). O tamanho das plântulas foi comparado por ANOVA com pós-teste de Tukey (p<0.05).

Cromatografia de partição líquido:líquido – Um extrato aquoso 10% (p/v) foi preparado com 140 g de folhas secas moídas de *A. glabra* e água destilada. Após acondicionamento em geladeira por 24 h, o extrato foi filtrado à vácuo através de camada dupla de papel filtro (3 µm). Em funil de separação, o filtrado foi submetido à cromatografia de partição líquido:líquido (CPLL) com hexano e acetato de etila.

Os efeitos dos extratos resultantes da CPLL foram avaliados sobre a germinação e crescimento inicial de quatro espécies alvo: uma espécie bioindicadora - alface (*Lactuca sativa*) e três espécies infestantes de cultura - capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*); amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*); corda de viola (*Ipomoea grandifolia*).

Em ambos ensaios, cada espécie alvo recebeu três tratamentos (controle; extrato hexânico; extrato com acetato de etila) com delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco réplicas. Os dados de porcentagem e tempo médio de germinação e

comprimento das plântulas foram analisados com ANOVA com pós-teste de Tukey ou Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn.

Fracionamento em coluna de sílica gel – Com base nos resultados dos testes de germinação e crescimento inicial da extração líquido:líquido, o extrato que produziu efeitos inibitórios mais marcantes foi submetido ao fracionamento em coluna de sílica gel (60-200 Mesh). Na composição da fase estacionária da coluna, foi adicionada sílica ao extrato e seco em capela. Como fase móvel foi usada um gradiente de solventes de polaridades crescentes: hexano; hexano/diclorometano (3:1); hexano/diclorometano (1:1); hexano/diclorometano (1:3); diclorometano; diclorometano/acetato de etila (3:1); diclorometano/acetato de etila (1:1); diclorometano/acetato de etila (1:3); acetato de etila; acetato de etila/ acetona (1:1); acetona; acetona/metanol (1:1); metanol. As frações resultantes foram separadas em frascos de 50 mL.

O conteúdo das frações foi analisado por cromatografia em camada delgada (ou Cromatografia planar), usando acetato de etila/acetona (1:1) como eluente e vanilina como revelador. As frações iniciais foram reunidas em grupos contendo substâncias semelhantes.

Teste com coleóptilo de trigo – As frações resultantes foram evaporadas, pesadas e resuspendidas com DMSO (dimetilsulfóxido) 1% e solução tampão ácido cítrico/hidrogenofostato pH 5,6 contendo 2% de sacrose. Foram preparadas quatro concentrações: 1 (39,5 ppm); 2 (79 ppm); 3 (158 ppm); 4 (1000 ppm) para cada grupo e sua atividade testada em coleóptilos de trigo.

Sementes de trigo foram germinadas em água destilada a 24° C, no escuro, por 72 h. Em câmara escura sob luz verde, os coleóptilos das plântulas estioladas de trigo foram cortados a tamanhos de 4 mm. Nos tubos de ensaio foram colocados 2 mL do devido tratamento e quatro coleóptilos. Os tubos foram lacrados com filme plástico e colocados em centrífuga de rotação (6 rpm), posicionado-os horizontalmente. O conjunto foi mantido no escuro e em estufa escura a 22°C. Após 24h, os coleóptilos foram fotografados e medidos através do programa Image-Pro Plus.

Um controle positivo com cumarina foi preparado usando as seguintes concentrações: 39,5; 79; 158; 500 ppm. A concentração de 1000 ppm não foi usada pela dificuldade de diluição e porque a concentração 500 ppm mostrou inibição de 100% nos testes preliminares. O controle negativo continha apenas a solução tampão. O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado com seis réplicas. Os dados foram comparados com ANOVA com pós-teste de Tukey.

Testes qualitativos para compostos secundários:

Detecção de cumarina – A presença de cumarina foi verificada no extrato metanólico 10% (p/v), utilizando pó de folhas de *A. glabra*. Utilizou-se como reagente, uma mistura 10% (p/v) de hidróxido de sódio e água destilada. Foram colocados 2 mL do tratamento em um tubo de ensaio, que foi tampado com papel filtro embebido na solução hidróxido de sódio e levado ao banho-maria por cinco minutos. O papel foi revelado sob luz U.V. (360 nm) e caso houvesse fluorescência, confirmaria a presença de cumarina (Costa 1982).

Detecção de alcalóides – Verificou-se a presença no extrato metanólico 10% e nas maiores concentrações dos grupos usados no teste em coleóptilo. Três reagentes (Dragendorff, Wagner e Mayer) foram utilizados na detecção de alcalóides. A sua presença causa leve turbidez ou precipitado (Dragendorff e Wagner), presença de cor marrom (Wagner) e creme (Mayer) (Henriques *et al.* 1999). Cafeína foi usada como controle positivo.

Detecção de triterpenos e esteróides – Verificou-se a presença no extrato metanólico 10% utilizando o reagente de Liebermann-Burchard (2 mL de anidrido acético + duas gotas de ácido sulfúrico concentrado). Dois mL do extrato metanólico foram levados a secura e resuspensos com 5 mL de clorofórmio, misturados com carvão ativado e filtrados. O reagente foi adicionado e a coloração verde persistente indicaria a presença de triterpenos e esteróides (Costa 1982).

Detecção de taninos – A presença de taninos foi confirmada pela reação com solução de cloreto férrico (10%). A reação procedeu-se no extrato metanólico seco (10%) e resuspendido em água destilada com o dobro do volume. A cor azul sugere a presença de taninos hidrolisáveis e a verde, de taninos condensados (Costa 1982).

Detecção de flavonóides – A presença destes foi avaliada no extrato metanólico (10%) através do reativo de Cianidina, ou Shinoda (Costa 1982).

RESULTADOS

Ensaio com extrato aquoso de folhas 5 e 10%

Os extratos aquosos de *A. glabra* inibiram significativamente a germinação e crescimento inicial das espécies bioindicadoras. Ambas as concentrações afetaram a germinação quando comparadas ao grupo controle. A porcentagem de germinação de gergelim foi menor e o tempo de germinação foi maior. Os extratos também inibiram as sementes de *L. sativa*, que não germinaram. O crescimento inicial das duas espécies foi prejudicado em ambas as concentrações utilizadas (Tab.1). Em ambas as espécies alvo, as plântulas submetidas aos extratos foram classificadas como anormais, apresentando escurecimento da radícula e/ou deformações

Tabela 1. Valores de média da porcentagem e tempo médio (horas) de germinação e tamanho de plântula (cm) de *Lactuca sativa* L. e *Sesamum indicum* L sob extratos foliares de *A. glabra* 10 e 5% e controle. * - diferenças significativas em relação ao controle pelo teste de Mann-Whitney $p < 0.05$.

Espécie receptora	Tratamento	Média da porcentagem	Tempo médio (horas)	Tamanho médio da plântula (cm)
<i>S. indicum</i>	controle	90	34	3,68
	5%	31*	91*	1,2*
	10%	24*	99*	1,09*
<i>L. sativa</i>	controle	84	34	5,67
	5%	0*	-	1,8*
	10%	0*	-	0,8*

No ensaio com as espécies infestantes de cultura, as sementes de *B. pilosa* e *I. grandifolia* submetidas aos extratos apresentaram porcentagens de germinação mais baixas e tempo médio de germinação maiores, comparadas ao grupo controle. As sementes de *E. crus-galli* foram afetadas somente pelo extrato 10%, atrasando o tempo médio de germinação. No ensaio de crescimento inicial, todas as espécies de plântulas sob influência dos extratos apresentaram tamanhos menores que o controle (Tab. 2).

Tabela 2. Valores de média da porcentagem e tempo médio (horas) de germinação e tamanho de plântula (cm) de *Bidens pilosa*, *Ipomea grandifolia* e *Echinochloa crus-galli* sob extratos foliares de *A. glabra* 10 e 5% e controle. * - diferenças significativas em relação ao controle pelo teste de Mann-Whitney $p < 0.05$ test para porcentagem e tempo médio, e por ANOVA com pós-teste de Tukey $p < 0.05$ para comprimento das plântulas.

Espécie receptora	Tratamento	Média da porcentagem	Tempo médio (horas)	Tamanho médio da plântula (cm)
<i>B. pilosa</i>	controle	82	69,28	4,26
	5%	0,67*	168*	3,45*
	10%	0,67*	144*	2,13*
<i>I. grandifolia</i>	controle	86	38,15	5,19
	5%	72,67	60,08*	2,72*
	10%	19,33*	62,04*	2,31*
<i>E. crus-galli</i>	controle	63,3	77,4	3,38
	5%	56,7	96	1,95*
	10%	58,7	125*	1,88*

Ensaaios com extratos fracionados de *A. glabra*

Após o fracionamento líquido:líquido foram obtidas três frações: a aquosa, a hexânica e a de acetato de etila, das quais, foram utilizadas apenas as duas últimas. No teste de germinação com a espécie bioindicadora (*L. sativa*), comparado ao controle, somente o extrato com acetato de etila reduziu a germinação de alface a 2% (Tab.3).

No teste de germinação com espécies infestantes de cultura (*E. crus-galli*, *E. heterophylla*, *I. grandifolia*, nenhum extrato teve efeito sobre a porcentagem de germinação das três espécies. Para o tempo médio de germinação somente as sementes *E. crus-galli* tiveram um atraso, quando tratadas com extrato de acetato de etila (Tab.3).

Tabela 3. Valores de porcentagem (%) e tempo médio de germinação (TM, em horas) das espécies receptoras sob três tratamentos (controle, extrato hexânico e de acetato de etila). As letras diferentes indicam diferenças estatísticas. *L. sativa* L e *E. heterophylla* L foram analisados com ANOVA. *E. crus-galli* (L.) P. Beauv. e *I. grandifolia* (Dammer) O'Donell foram analisados com Kruskal-Wallis.

Espécie receptora	Germinação	Controle	Extrato hexânico	Extrato de Ac. etila
<i>Lactuca sativa</i> L.	%	80.66 A	70 A	2 B
	TM	33.54 A	35.27 A	52.8 A
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	%	75.33 A	74.67 A	70.83 A
	TM	44.03 A	46.72 A	58.6 B
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	%	73.33 A	70.66 A	71.33 A
	TM	28.62 A	31.1 A	37.01 A
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	%	52.66 A	52.66 A	62.67 A
	TM	30.49 A	30.49 A	30.73 A

No ensaio de crescimento com a espécie bioindicadora, o extrato hexânico não produziu efeito significativo, porém o extrato acetato de etila inibiu o desenvolvimento da parte aérea dessas plântulas quando comparado ao grupo controle, mas não houve diferença significativa no tamanho da radícula (Tab. 4).

No ensaio de crescimento com espécies infestantes de cultura (Tab.4), *E. crus-galli* sofreu inibição significativa da radícula sob o tratamento acetato, refletindo no tamanho total das plântulas. A fração hexânica não afetou o crescimento das plântulas desta espécie.

Quando se utilizou *E. heterophylla* como espécie alvo, o tratamento com hexano mostrou pouco ou nenhum efeito, pois somente a radícula teve valor significativamente menor que o controle. Houve menor crescimento de todas as partes da planta na fração acetato comparado ao controle, refletindo em uma redução de 50% do comprimento total do controle (Tab.4).

No ensaio com *I. grandifolia*, o extrato hexânico não afetou significativamente o crescimento da parte aérea e radicular, mas quando analisado o tamanho total da plântula, esta foi significativamente menor que o controle. A fração acetato de etila inibiu significativamente o crescimento da plântula quando comparados ao controle. Todas as partes da planta foram afetadas, resultando em um comprimento total da plântula em 44% menor (Tab.4).

Tabela 4. Comprimento (mm) da parte aérea (PA), da radícula (Rad) e total das espécies receptoras sob três tratamentos (controle, extrato hexânico e de acetato de etila). As letras diferentes indicam diferenças estatísticas. *E. heterophylla* L e *I. grandifolia* (Dammer) O'Donell foram analisados com ANOVA. *L. sativa* L e *E. crus-galli* (L.) P. Beauv. foram analisados com Kruskal-Wallis.

Espécie receptora	Parte da planta	Controle	Extrato hexânico	Ext. de ac.de etila
<i>Lactuca sativa</i> L.	Rad	19.03 AB	27.19	A
	PA	21.73 A	20.79	A
	Total	40.76 AB	47.98	A
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Rad	60.91 A	54.39	AB
	PA	28.12 A	27.39	A
	Total	89.03 A	81.78	AB
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Rad	61.28 A	45.08	B
	PA	60.19 A	58.94	A
	Total	121.48 A	104.02	A
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	Rad	37.1 A	29.35	A
	PA	48.8 A	43.39	A
	Total	85.9 A	72.74	B

Após cromatografia em camada delgada, os 75 frascos resultantes do fracionamento foram reunidos em cinco frações (A, B, C, D e E), com os respectivos pesos secos: 42,5; 28,9; 36; 64,1; 7,9 mg. Com este material foram realizados os testes com coleóptilos de trigo. A fração E possuía material escasso, por esta razão não foi preparado na concentração de 1000 ppm. Juntamente com o controle positivo e negativo, foram utilizados 24 tratamentos (fig.1).

A fração A, em todas as concentrações, diferiram do controle negativo. Ocorrendo inibição na concentração 1000 ppm e estímulo nas demais. Com o uso da fração B, o crescimento dos coleóptilos foram inibidos significativamente, exceto na concentração 39,5 ppm. Somente a concentração 1000 ppm da fração C inibiu o alongamento dos coleóptilos comparado ao controle negativo. A fração D produziu resultados semelhantes aos da fração A, ocorrendo inibição de crescimento dos coleóptilos sob a fração mais concentrada (1000 ppm) e estímulo nas concentrações 79 e 39,5 ppm.

As três concentrações da fração E não produziram efeito sobre o alongamento dos coleóptilos, quando comparadas ao controle negativo. Todas as concentrações de cumarina inibiram o alongamento dos coleóptilos.

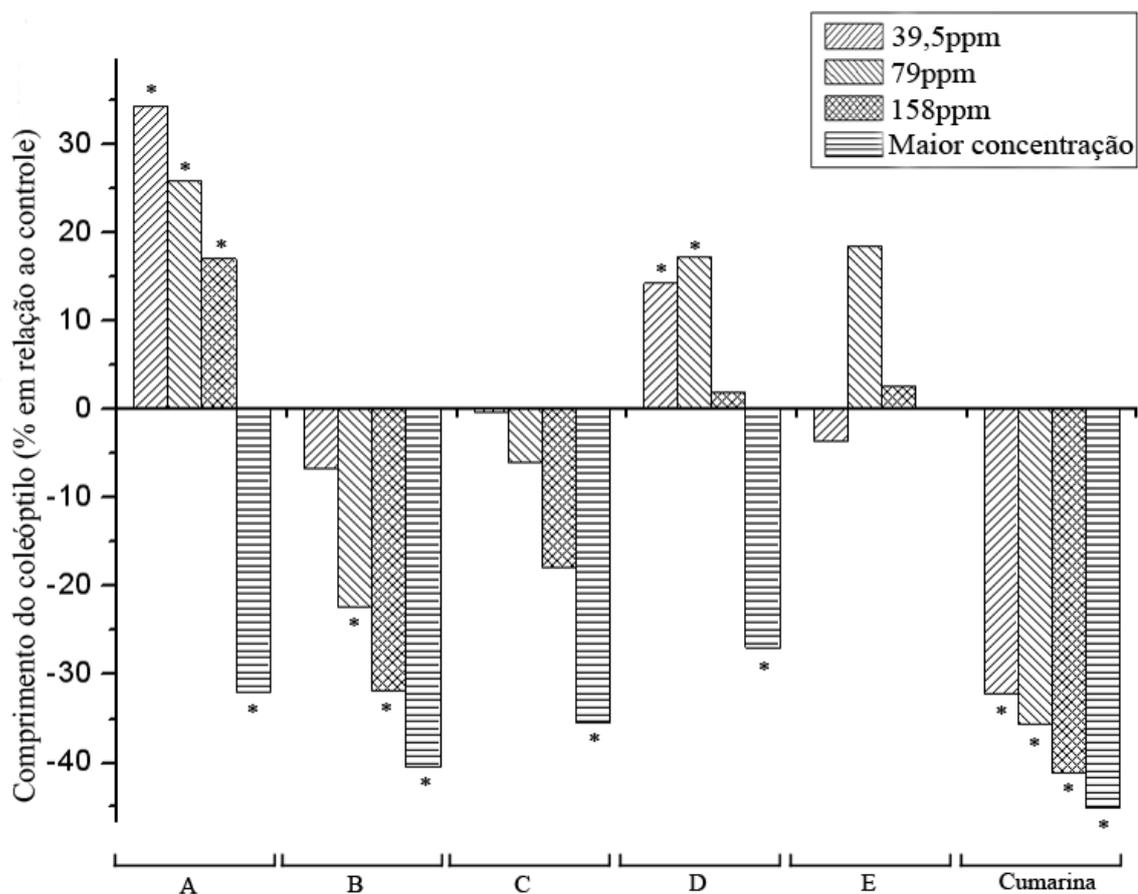


Figura 1. Valores percentuais médios do comprimento dos coleóptilos de trigo em relação ao controle (* - diferença significativa em relação ao controle).

As frações B, C e o grupo controle de cumarina, quando comparados entre si dentro das mesmas concentrações, demonstraram que na concentração 39,5 ppm, as frações B e C não diferiram entre si, mas foram menos inibitórias que a cumarina. Na concentração de 79 ppm a fração B obteve resultados intermediários a C e cumarina, que diferiram entre si. Resultado semelhante a este ocorreu na concentração 158 ppm, e na maior concentração, todas as frações foram semelhantes (fig.2).

Na comparação entre as concentrações da mesma fração, a fração C apresentou diferença significativa apenas na maior concentração (1000 ppm). No grupo B, as concentrações 79 e 158 ppm diferiram do controle e de 39,5 ppm, que foram iguais entre si. A maior concentração diferiu de todas.

A grupo cumarina diferiu do controle negativo em todas as concentrações, sendo 39,5, 79 e 158 ppm iguais entre si. A concentração 500 ppm (maior concentração) diferiu de todas, não havendo praticamente crescimento algum do coleóptilo (fig.2).

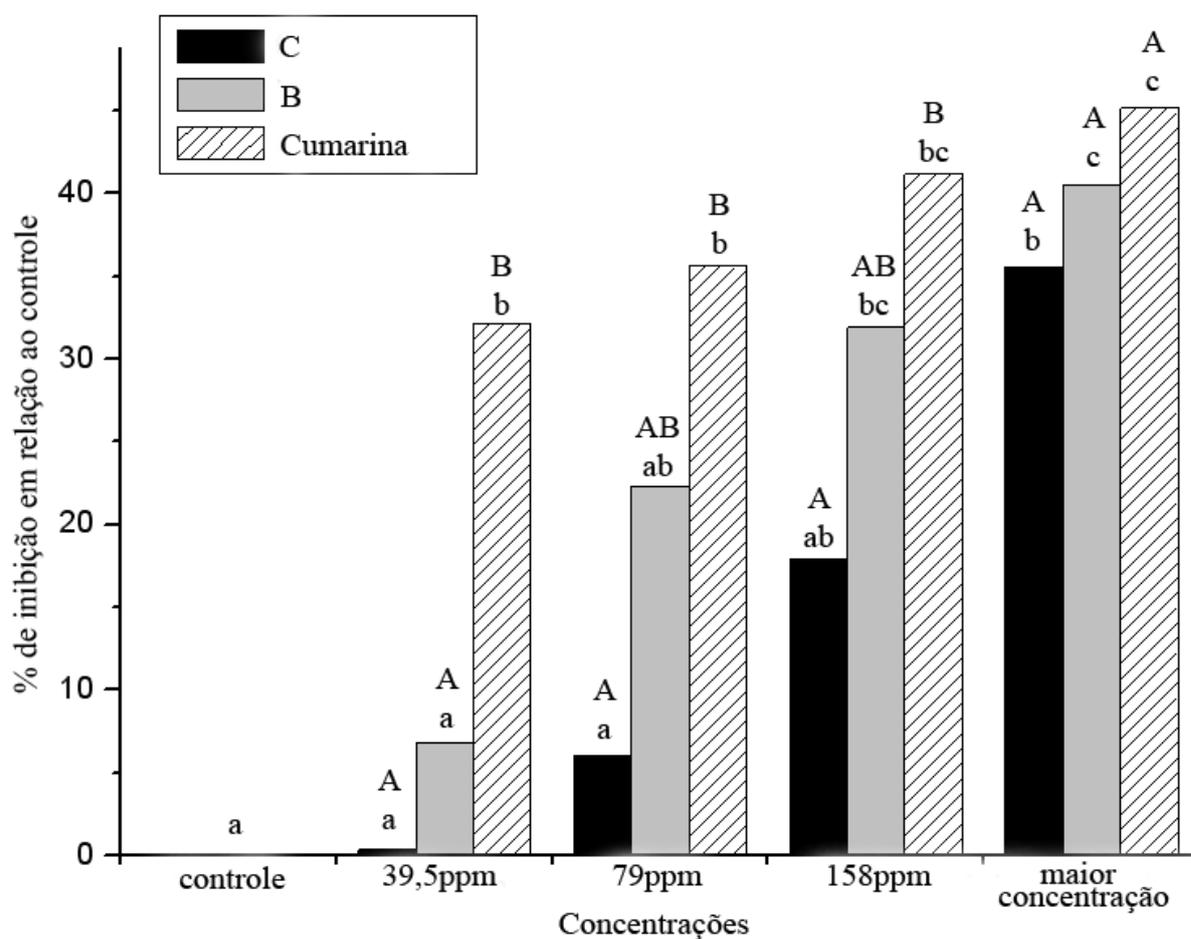


Figura 2. Porcentagem de inibição do comprimento do coleótilo de trigo nas diferentes concentrações da fração B e C comparadas as de Cumarina. As letras maiúsculas são referentes às comparações entre tratamentos na mesma concentração. As letras minúsculas são referentes às comparações entre concentrações da mesma fração. A maior concentração utilizada foi de 1000 ppm para as frações B e C e 500 ppm para a cumarina.

Os testes qualitativos para compostos secundários mostraram a presença de alcalóides, taninos, flavonóides e triterpenos. Alcalóides foram também detectados na fração D.

DISCUSSÃO

O potencial osmótico do extrato, assim como os seus aleloquímicos, pode interferir na germinação (Haugland & Brandsaeter, 1996; Wardle *et al.*, 1992). Testes preliminares puderam descartar os efeitos do potencial osmótico de extratos de *A. glabra* nas concentrações usadas.

Ensaio com extrato aquoso de folhas 5 e 10%

Os resultados do ensaio com espécies bioindicadoras sugerem uma forte inibição pelos extratos de *A. glabra*, corroborando com Araya *et al.* (2002), que registraram efeitos inibitórios causados pelas Annonaceae maiores que a média de outras famílias estudadas.

E. crus-galli, *I. grandifolia* e *B. pilosa* são espécies consideradas de difícil controle (Lorenzi, 2000). A inibição causada pelos extratos de *A. glabra* nestas espécies infestantes de cultura, particularmente sobre o crescimento inicial, sugere um forte potencial alelopático dessa Annonaceae. Isso se torna mais evidente nos resultados obtidos nos testes com *B. pilosa*, cuja porcentagem de germinação do controle (82%) foi reduzida a 0,67% pelo extrato 5%.

De acordo com Duke *et al.*, 2000 e Peng *et al.* (2004), os aleloquímicos que inibem o crescimento de infestantes de culturas, têm maiores possibilidades de serem usadas como pesticidas naturais.

Ensaio com extratos fracionados de *A. glabra*

Pela alta sensibilidade da espécie infestante de cultura *Bidens pilosa* nos ensaios com extratos aquosos, esta foi substituída pela espécie *Euphorbia heterophylla* nos ensaios com extratos fracionados.

Na fração acetato de etila, o atraso do tempo médio de germinação de *L. sativa* não foi significativamente diferente do controle devido ao número muito baixo de sementes germinadas, o que diminuiu muito a validade dos resultados do teste estatístico para este parâmetro.

No ensaio de crescimento inicial, verificou-se o efeito diferencial causado pelos extratos nas diferentes partes da plântula. As raízes, normalmente, são mais sensíveis

aos efeitos alelopáticos do que a germinação e o alongamento do hipocótilo (Chon *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2004).

Esses resultados indicam que as substâncias responsáveis pelos efeitos inibitórios se encontram na fração extraída com acetato de etila, o que levou ao uso da mesma fração na coluna cromatográfica, refinando o isolamento das substâncias, cuja atividade foi testada sobre crescimento de coleótilo de trigo. Segundo Bobylev *et al.* (2000), este é um teste rápido e confiável para indicar a presença de atividade biológica, além de permitir a realização de protocolos com uma quantidade reduzida de material, como no caso do fracionamento em coluna.

Teste em coleótilo de trigo

A princípio a maior parte, se não todos os compostos orgânicos que são inibitórios em alguma concentração, são estimulantes em menores concentrações (Rice, 1984). Isso explicaria, em parte, os resultados das frações A e D que apresentaram concentrações estimulantes e concentrações inibitórias de alongamento celular.

As frações tiveram resultados antagônicos. Os grupos A e D estimularam o alongamento, com exceção da mais concentrada (1000 ppm), que inibiu o alongamento dos coleótilos. Os grupos B e C parecem ser as responsáveis pelos efeitos alelopáticos inibitórios das folhas de *Annona glabra*. Essas frações inibitórias foram comparadas ao grupo controle de cumarina.

A cumarina é um inibidor de crescimento e desenvolvimento das plantas, afetando o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas (Dietrich 1986). Outros estudos como o de Thimann & Bonner Jr (1945), comprovaram que concentrações a 14,6 ppm de cumarina ($1.10^{-4}M$) já são detectáveis e de 438,3 ppm são totalmente inibitórios em cortes de coleótilos de ervilha. Morgan & Powell (1969) testaram concentrações entre 14,6 e 146 ppm e obtiveram resultados inibitórios sobre hipocótilo estiolado de feijão.

A fração B produziu efeitos tão inibitórios quanto aos da cumarina, com exceção da concentração 39,5 ppm.

Testes qualitativos para compostos secundários

Os testes qualitativos para compostos secundários foram negativos para presença de cumarina no extrato metanólico, sendo assim, apesar dos resultados semelhantes na fração B, esta substância não é responsável por tal efeito.

A presença de alcalóides, taninos, flavonóides e triterpenos foram comprovadas no extrato metanólico. Padmaja *et al.* (1995) e Hsieh *et al.* (2004) também apontam a existência de alcalóides para *A. glabra* e Henriques *et al.* (1999) descrevem várias atividades biológicas para essa classe de substâncias.

Os terpenóides têm sido descritos por suas diversas propriedades, dentre elas, a alelopática (Haig 2008). Monoterpenóides e diterpenóides provindos de *A. glabra* e suas atividades já haviam sido descritos por Chang *et al.* (1998), Chen *et al.* (2000), Grayson (2000), Yang *et al.* (2003) e Zhang *et al.*, 2004. Tripernóides e esteróides também foram detectados no extrato metanólico.

A alelopatia está dentre as atividades biológicas dos taninos (Rawat *et al.*, 1998), e a presença dessa substância foi confirmada no extrato metanólico de *A. glabra*.

Padmaja *et al.* (1995) citou a presença de quercetina na espécie, um flavonóide com atividades variadas como, antimicrobiana, antiviral, antitumoral, antioxidante, entre outras. Os flavonóides também podem ter ação alelopática (Zuanazzi & Montanha, 1999). A presença de flavonóides também foi confirmada no extrato metanólico.

Liu *et al.* (1999) descreveram um fenilpropanóide pertencente a *A. glabra*, que é uma substância do metabolismo básico precursor de substâncias possivelmente alelopáticas, como os compostos fenólicos (Santos, 1999).

CONCLUSÕES

Os resultados inibitórios causados pelos extratos foliares aquosos do presente trabalho, indicaram que esta espécie é promissora para futuros estudos de isolamento dos compostos responsáveis por estes efeitos.

Os testes qualitativos em extrato metanólico mostraram a presença de alcalóides, taninos, flavonóides e triterpenos e a ausência de cumarinas.

As semipurificações de extrato acetato de folhas de *Annona glabra* comprovaram a existência de substâncias com potencial alelopático com polaridade semelhante ao acetato de etila.

Essa fração possui substâncias, que dependendo da concentração, são estimuladoras ou inibidoras do crescimento de coleótilos de trigo.

A confirmação destes compostos no extrato metanólico e a comprovação do potencial alelopático no extrato acetato de etila, principalmente sobre o crescimento inicial das espécies infestantes de culturas, somado aos resultados do fracionamento, no qual, grupos com potencial inibitório, inclusive tão ativo quanto a cumarina (fração B), proporcionam evidências para o uso de extratos de *A. glabra* como herbicida natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, S.S.; Ferreira, A.G.; Borgheti, F. 2005. Efeitos alelopáticos de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.(Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasilica** **19**(2): 339-344.
- Alali, F.Q.; Liu, X-X. & McLaughlin, J.L. 1999. Annonaceous Acetogenins: Recent Progress. **Journal of Natural Products** **62**(3): 504-540.
- Araya, H.; Ohmae, Y.; Hiradate, H. & Fujii, Y. 2002. Plant growth inhibitory activity of Annonaceous plant leaves: Bioactivity of Annonaceous tetrahydrofuran acetogenins to lettuce seedlings. In **Proceedings of the 24th International Symposium on Natural Products Chemistry: Current Trends in Natural Products** (Mexico City, Mexico, 4–10 November 2001). Federacion Latinoamericana de Quimica, Mexico.
- Bobadilla, M.; Zavala, F.; Sisniegas, M.; Zavaleta, G.; Mostacero, J. & Taramona, L. 2005. Evaluación larvacida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus <<guanábana>> sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae). **Revista Peruana de Biología** **12**(1): 145-152.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV.
- Bobylev, M.M.; Bobyleva, L. I.; Cutler, H.G.; Cutler, S.J. & Strobel, G.A. 2000. Effects of synthetic congeners of the natural product phytotoxins aculosins-1 and -2 on growth of wheat coleoptiles (*Triticum aestivum* L. cv. Wakeland). Pp 209-214. In: **Anais do X international Symposium on biological control of weeds**. Montana State University, Bozeman, Montana, USA. Ed. Neal R. Apencer.
- Chang, F-R.; Yang, P-Y.; Lin, J-Y.; Lee, K-H. & Wu, Y-C. 1998. Bioactive Kaurana diterpenoids from *Annona glabra*. **Journal of Natural Products** **61**: 437-439.
- Chen, C-Y.; Chang, F-R.; Cho, C-P. & Wu, Y-C. 2000. *Ent*-Kaurane diterpenoids from *Annona glabra*. **Journal of Natural Products** **63**(7): 1000-1003.

- Chon, S.U.; Choi, S.K.; Jung, S.; Jang, H.G.; Pyo, B.S. & Kim, S.M. 2002. Effects of alfafa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfafa and barnyard grass. **Crop Protection** **21**: 1077-1082.
- Dietrich, S.M.C. 1986. Inibidores de crescimento. Pp. 193-212. In: Ferri, M.G. (eds.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo. EPU/EDUSP Ed.
- Duke, S. O.; Dayan, F. E.; Ramagnani, J. G. & Rimado, A. M. (2000). Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. **Weed Research**. 40. 499-505.
- Ferreira, A. F. & Aquila, M. E. A. 1999. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. 12: 175-204.
- Ferreira, A.G. & Borghetti, F. 2004. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto alegre, RS. Artmed Ed.
- Gelmini, G.A.; Filho, V.; Novo, R.S. & Salvo, M. C. 2001. Resistência de biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. aos herbicidas inibidores da enzima ALS utilizados na cultura de soja. **Bragantia** **60**(2): 93-99.
- Grayson, D.H. 2000. Monoterpenoids. **Natural Product Reports** **17**: 385-419.
- Haig, T. 2008. Allelochemicals in plants. Pp. 63-104. In: R.S. Zeng, A.U. Mallik & A. M. Luo (eds). **Allelopathy in Sustainable Agriculture**. London.
- Haugland, E. & Brandsaeter, L.O. 1996. Experiments on bioassay sensitivity in the study of allelopathy. **Journal of Chemical Ecology**. 22: 1845-1859.
- Henriques, A.T; Limberger, R.P.; Kerber, V.A. & Moreno, P.R. 1999. Alcalóides: Generalidades e aspectos básicos. Pp.765-791. In: C.M.O. Simões, E.P. Schenkel, G. Gosmann, J.C.P. de Mello, L.A. Mentz, P.R. Petrovick (eds). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. UFRGS/UFSC Ed.
- Hierro, J. L. & Callaway, R. M. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion. **Plant and soil**. 256: 29-39.
- Hsieh, T-J.; Wu, Y-C.; Chen, S-C.; Huang, C-S. & Chen, C-Y. 2004. Chemical constituents from *Annona glabra*. **Chinese Chemical Society** **51**: 869-876.
- Liu, X.; Pilarinou, E. & Mclaughlin, J. L. 1999. Podaplin: A novel cyclic Prenylated Phenylpropanoid from *Annona glabra*. **Tetrahedron Letters**. 40: 399-402.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- Mendonça, F. A. C. D.; Da silva, K. F. S.; Santos, K. K.; Ribeiro Junior, K. A. L. & Sant`ana, A.E.G. 2005. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**. 76: 629-636.

- Mielke, M. S.; Matos, E. M.; Couto, V. B.; Almeida, A. F.; Gomes, F. P. & Mangabeira, P. A. O. 2005. Some photosynthetic and growth responses of *Annona glabra* L. seedlings to soil flooding. **Acta Botanica Brasílica**. 19 (4): 905-911.
- Morgan, P.W. & Powell, R.D. 1969. Involvement of ethylene in responses of etiolated bean hypocotyls hook to coumarin. **Plant Physiology** 45: 553-557.
- Oliveira, S.C.C.; Ferreira, A.G.; Borguetti, F. 2004. Efeitos alelopáticos de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.(Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasílica** 18(3): 401-406.
- Padmaja, V.; Thankamany, V.; Hara, N.; Fujimoto, Y. & Hisham, A. 1995. Biological activities of *Annona glabra*. **Etnopharmacology** 48: 21-24.
- Pallewatta, N.; Reaser, J. K. & Gutierrez, A. T. 2001. **Invasive Alien Species in South-Southeast Asia: National Reports & Directory of Resources**. Global Invasive Species Programme. Cape Town, South Africa.
- Peng, S. L.; Wen, J. & Guo, Q. F. 2004. Mechanism and Active Variety of Allelochemicals. **Acta Botanica Sinica**. 46(7): 757-766.
- Rawat, M.S.M.; Pant, G.; Prasad, D.; Joshi, R.K. & Pande, C.B. 1998. Plant growth inhibitors (Proanthocyanidins) from *Prunus armeniaca*. **Biochemical Systematic and Ecology** 26: 13-23.
- Rice, E. L. 1984. **Allelopathy**. New York, Academic Press. 353 pp.
- Santos, A. F & Sant`ana, A. E. G. 2001. Molluscicidal properties of some species of *Annona*. **Phytomedicine** 8(2): 115-120.
- Santos, R.I.P.R. 1999. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. Pp.403-434. In: C.M.O. Simões, E.P. Schenkel, G. Gosmann, J.C.P. de Mello, L.A. Mentz, P.R. Petrovick (eds). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. UFRGS. Rio Grande do Sul e UFSC. Santa Catarina.
- SPREP - South Pacific Regional Environment Programme. 2000. **Invasive species in the Pacific: A technical review and draft regional strategy**. (Greg Sherley, ed). Apia, Samoa.
- Wardle, D. A.; Nicholson, K. S. & Ahmed, M. 1992. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed-germination and radicle elongation. **Plant and Soil**. 140: 315-319.
- Thimann, K.V. & Bonner Jr, W.D. 1945. Inhibition of plant growth by ptoroanemonin and coumarin, and its prevention by BAL. **Proceedings of National Academy of Science** 35: 272-276. Harvard University, Cambridge.

- Yang, N.Y.; Tian, L.J.; Meng, Z.M. & Han, Y. 2003. A new Diterpenoid Dimern from *Annona glabra*. **Chinese Chemical Letters** **14**(1): 58-61.
- Zhang, Y. H.; Peng, H. Y.; Xia, G. H.; Wang, M. Y. & Han, Y. 2004. Anticancer affect of two diterpenoid compounds isolated from *Annona glabra* Linn. **Acta Pharmacologica Sinica**. **25**(7): 937-942.
- Zotz, G.; Tyree, M. T. & Patiño, S. 1997. Hydraulic architecture and water relations of flood-tolerant tropical tree, *Annona glabra*. **Tree Physiology**. **17**: 359-365.
- Zuanazzi, J.A.S. & Montanha, J.A. 1999. Flavonóides. Pp.577-614. In: C.M.O. Simões, E.P. Schenkel, G. Gosmann, J.C.P. de Mello, L.A. Mentz, P.R. Petrovick (eds). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. UFRGS. Rio Grande do Sul e UFSC. Santa Catarina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos em ambientes temporariamente e permanentemente alagados, com características físicas, climáticas e geográficas equivalentes às da área estudada possuem diversidades semelhantes, porém, suas composições florísticas são diferentes, refletindo nas baixas similaridades entre esses ambientes.

O perfil de inundação nas áreas de Caraguatatuba parece definir o padrão de distribuição das espécies arbóreo-arbustivas. Apesar de todas as espécies amostradas possuírem tolerância ao alagamento, *Annona glabra* em locais alagados por mais tempo formam aglomerados monoespecíficos, enquanto que em áreas expostas a maior parte do tempo, ou seja, alagáveis por menos tempo, *A. glabra* aparece associada a outras espécies. Esta espécie possui adaptações a ambientes alagados tais como raízes adventícias, aerênquima nas raízes e na base do caule, frutos flutuantes e sementes que se dispersam pela água certamente aumentam seu potencial colonizador neste tipo de terreno.

A. glabra parece distribuir-se em locais menos propícios a colonização arbórea, ou seja, menos competitivos interespecificamente. Esse fenômeno pode ser demonstrado pela biometria diferencial desta espécie quando localizada em agrupamentos monoespecíficos e associadas a outras espécies.

O potencial alelopático de *Annona glabra* produziu resultados de laboratório muito promissores, porém não podemos extrapolar estes para o ambiente natural, uma vez que os processos de externalização destes metabólitos secundários ocorrem por diferentes formas, seja por exsudação, lixiviação, volatilização e decomposição, que não foram analisados no presente trabalho, além de inúmeros outros fatores que influenciam para que tais processos ocorram.

Extratos de folhas de *Annona glabra* possuem potencial alelopático comprovado nos bioensaios com extratos aquosos como nos fracionados do extrato aquoso. Alguns destes mostraram inibições próximas as de cumarina, inibindo o alongamento de células no tecido de coleóptios de trigo.