

EXPERIMENTOS

Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico refere-se ao experimento realizado no bloco 03, montado com exemplares de *Laguncularia racemosa* em três espaçamentos diferentes. O delineamento experimental encontra-se no relatório anterior. As tabelas 11 a 19 mostram as estatísticas descritivas referentes ao experimento, incluindo o quantitativo de perdas e as taxas de crescimento diárias.

Tabela 11. Experimento 1 x 1 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Altura (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Perdas acumuladas	0	0	1	2	3	3	4	4
Média	50,2	59,4	72,8	87,8	99,7	108,2	124,6	134,5
Mediana	47,5	59,0	73,0	88,5	101,0	109,0	126,0	135,5
Taxa de crescimento (cm/dia)	-	0,41	0,43	0,46	0,45	0,42	0,43	0,42

Tabela 12. Experimento 1 x 1 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Diâmetro (mm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	5,9	8,3	11,5	14,6	17,6	21,0	23,3	25,1
Mediana	6,0	8,0	12,0	15,0	18,0	21,0	23,0	25,0
Taxa de crescimento (mm/dia)		0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09

Tabela 13. Experimento 1 x 1 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Circunferência (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	20,1	23,5	38,1	58,6	75,3	86,5	106,6	113,8
Mediana	19,5	22,0	37,0	59,5	78,0	91,0	113,0	120,0
Taxa de crescimento (cm/dia)		0,09	0,30	0,45	0,49	0,48	0,51	0,48

Tabela 14. Experimento 1,5 x 1,5 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Altura (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Perdas acumuladas	0	0	0	0	0	0	0	0
Média	47,4	60,0	73,4	87,4	102,0	110,7	129,2	141,3
Mediana	46,0	61,0	73,5	86,0	101,0	110,0	129,0	140,0
Taxa de crescimento (cm/dia)		0,50	0,45	0,45	0,47	0,44	0,46	0,45

Tabela 15. Experimento 1,5 x 1,5 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Diâmetro (mm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	5,9	8,7	12,4	14,9	18,5	22,2	24,8	27,4
Mediana	6,0	9,0	12,0	15,0	19,0	22,5	25,0	28,0
Taxa de crescimento (mm/dia)		0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11

Tabela 16. Experimento 1,5 x 1,5 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Circunferência (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	19,3	26,9	50,5	72,2	95,9	107,3	134,1	145,6
Mediana	19,0	26,0	50,0	71,5	97,5	107,5	137,5	147,5
Taxa de crescimento (cm/dia)		0,23	0,51	0,59	0,67	0,60	0,65	0,62

Tabela 17. Experimento 2 x 2 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Altura (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Perdas acumuladas	0	0	0	1	1	1	0	1
Média	48,1	59,5	72,4	87,2	99,8	112,3	125,4	136,7
Mediana	46,5	60,0	72,5	88,0	100,0	112,0	125,5	136,0

Taxa de crescimento (cm/dia)		0,45	0,43	0,46	0,45	0,43	0,44	0,43
------------------------------	--	------	------	------	------	------	------	------

Tabela 18. Experimento 2 x 2 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Diâmetro (mm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	6,0	8,5	11,6	14,3	17,4	20,9	23,6	25,9
Mediana	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	26,0
Taxa de crescimento (mm/dia)		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabela 19. Experimento 2 x 2 – bloco 3, plantio em 14/11/2002

Circunferência (cm) / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08
Média	19,7	25,1	43,9	62,4	82,3	100,8	119,3	135,0
Mediana	19,0	21,5	42,5	61,0	86,0	106,0	127,0	143,0
Taxa de crescimento (cm/dia)		0,08	0,39	0,47	0,56	0,57	0,60	0,60

Estatísticas avançadas do experimento conduzido no bloco 03

➤ Experimento de espaçamento 1x1, 2x2, 1,5x1,5 entre os espécimes, no qual foram medidos a altura, o diâmetro e a circunferência das mudas plantadas.

Hipótese Científica: Os diferentes espaçamentos das plantas em cada bloco - 1, 1,5 e 2 influenciam significativamente no crescimento, no diâmetro e na circunferência, os quais, tomados em conjunto, são indicadores do desenvolvimento das mudas.

Hipótese Estatística: Ho: $\beta_1 = \beta_{1,5} = \beta_2 = 0$

H₁: Pelo menos um $\beta_i \neq 0$ $i=1, \dots, 2$

Modelo: $\text{Cresc} = \mu + \beta_i + e_{ij}$ onde μ é a média de crescimento
 β_i é o efeito do espaçamento

Com um nível de significância de 5%, tem-se $F_{\text{tabelado}} = F_{(0,05,s,262)} = 3$, e de acordo com os dados da ANOVA (tabela 20), $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ para as três medidas, não havendo evidências para aceitar H₀, ou seja, pode-se concluir que a altura, o diâmetro e a circunferência diferem significativamente entre os blocos de espaçamento 1 x 1, 1,5 x 1,5 e 2 x 2.

Tabela 20. Análise de Variância (ANOVA)

ANOVA	
Fonte	SS
Entre blocos	100,00
Dentro blocos	100,00
Total	200,00

Através do teste Duncan (tabelas 21 a 23), no qual comparamos as médias de crescimento para encontrar a que difere significativamente das demais, conclui-se o seguinte para cada medida:

Altura

Não existe diferença significativa entre os blocos de espaçamento 1 x 1 e 2 x 2 entre os espécimes, mas entre o bloco de espaçamento 2 x 2 e 1.5 x 1.5 existe uma pequena diferença, sendo que o melhor desenvolvimento dos espécimes com relação à altura se encontra no bloco de espaçamento 1.5 x 1.5 (tabela 21)

Tabela 21: Teste Duncan para altura

FATOR		1,00	2,00
1	96	134,47	
2	99	136,74	136,74
1,5	100		141,30
Sig.		0,37	0,07

nível de significancia de 0,05

Diâmetro

Verifica-se na tabela 22 que o diâmetro das plantas não difere significativamente entre os blocos de espaçamento 1 x 1 e 2 x 2, sendo que o melhor desenvolvimento com relação ao diâmetro da planta ocorreu no bloco de espaçamento 1.5 x 1.5, diferindo significativamente dos blocos de espaçamento 1 x 1 e 2 x 2.

Tabela 22: Teste Duncan para diâmetro

FATOR		1,00	2,00
1	96	25,14	
2	99	25,88	
1,5	100		27,38
Sig.		0,19	1,00

nível de significancia de 0,05

Circunferência

Verifica-se na tabela a seguir (tabela 23) que o melhor desenvolvimento com relação à circunferência da planta ocorreu no bloco de espaçamento 1.5 x 1.5 entre os espécimes, o qual difere significativamente do bloco de espaçamento 2 x 2 (que ficaria como segundo melhor quanto a esta característica), diferindo também do bloco de espaçamento 1 x 1, que pode ser considerado como o de mais baixo desenvolvimento.

Tabela 23: Teste Duncan para circunferência

FATOR		1,00	2,00	3
1	96	113,84		
2	99		135,00	
1,5	100			145,64
Sig.		1,00	1,00	1

nível de significancia de 0,05

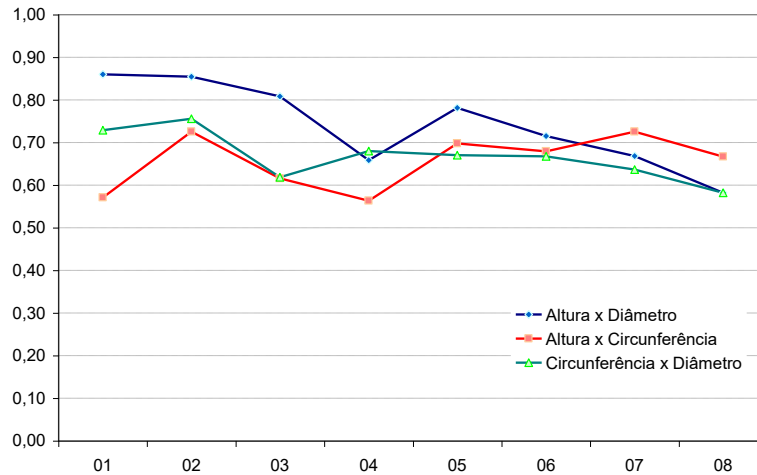
Correlação

Visando uma melhor compreensão do comportamento dos espécimes no que diz respeito às medidas de crescimento obtidas, foi feita uma análise da correlação de Pearson entre estas medidas para cada bloco.

Bloco de espaçamento 1 x 1 entre os espécimes:

Existe uma forte correlação positiva entre diâmetro e altura nos seis primeiros meses, sendo que nos dois últimos esta correlação não ocorre mais. Já a correlação entre altura e circunferência não tem um comportamento muito significativo. O mesmo acontece com a correlação entre diâmetro e circunferência, que só é significativa nos dois primeiros meses (gráfico 06).

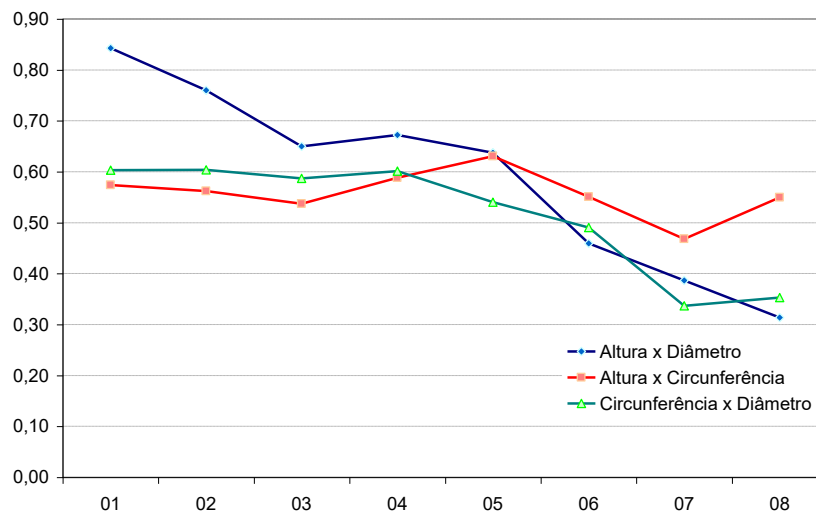
Gráfico 06. Correlação entre altura, diâmetro e circunferência no espaçamento 1x1



Bloco de espaçamento 1.5 x 1.5 entre os espécimes:

Só existe correlação entre diâmetro e altura nos dois primeiros meses, sendo que nos meses seguintes esta correlação vai decrescendo gradualmente. Já a correlação entre altura e circunferência é muito baixa durante todo o período. O mesmo acontece com a correlação entre diâmetro e circunferência, que também não é significativa (Gráfico 07).

Gráfico 07. Correlação entre altura, diâmetro e circunferência no espaçamento 1.5x1.5

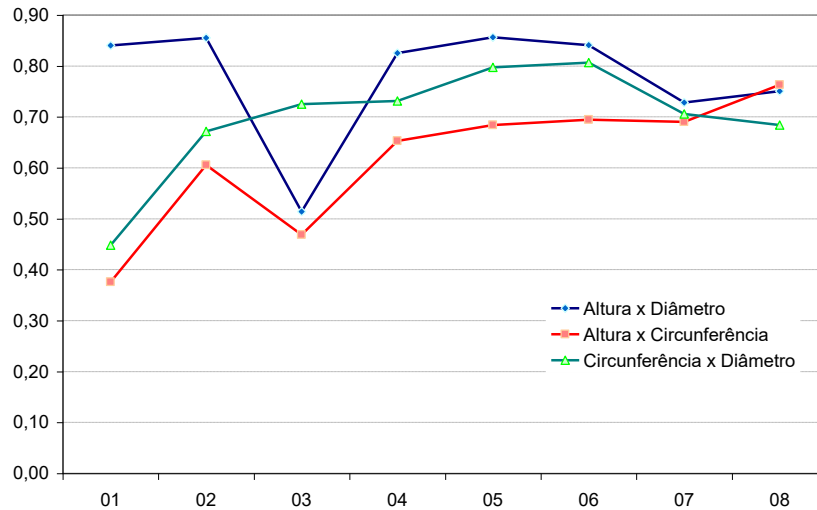


Bloco de espaçamento 2 x 2 entre os espécimes:

A correlação entre diâmetro e altura é bastante significativa; já a correlação entre altura e circunferência é muito fraca durante todo o período, só sendo significativa no mês de junho. Porém, a correlação entre

diâmetro e circunferência vai aumentando a partir do mês de dezembro, quando passa a ser altamente significativa (gráfico 08).

Gráfico 08. Correlação entre altura, diâmetro e circunferência no espaçamento 2x2



Considerações Finais

Verifica-se que, no espaçamento 1.5x1.5, que mostrou o melhor resultado no desenvolvimento das plantas com relação às três variáveis medidas (gráficos 09 a 11), a correlação entre altura, diâmetro e circunferência diminui com o tempo, o que poderia sugerir que as plantas se desenvolvem melhor quando diminui a dependência entre tais variáveis.

Gráfico 09.

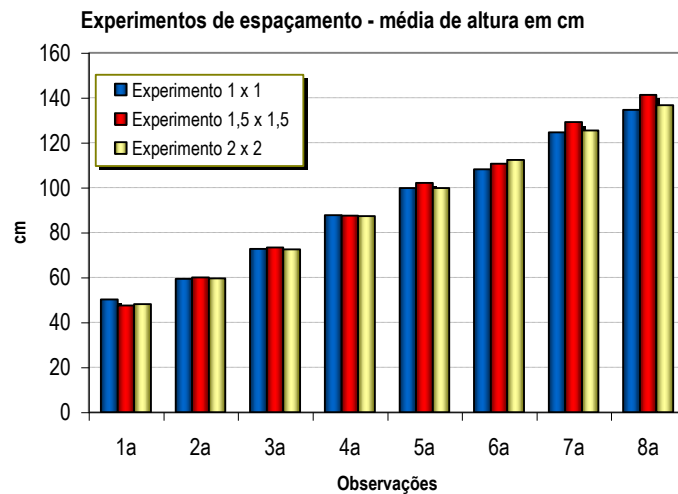


Gráfico 10.

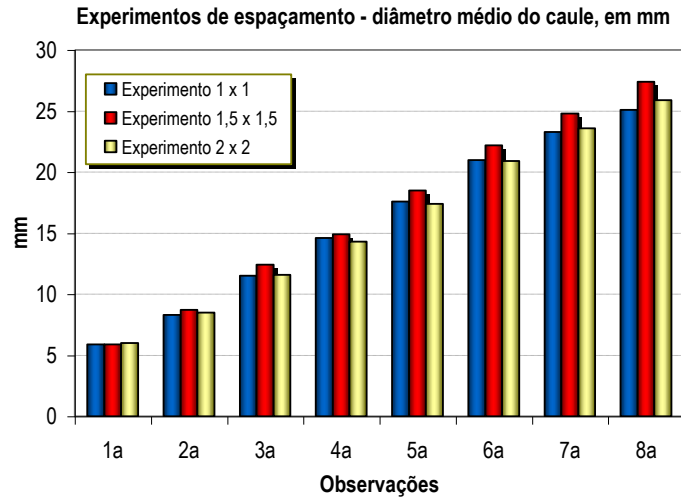
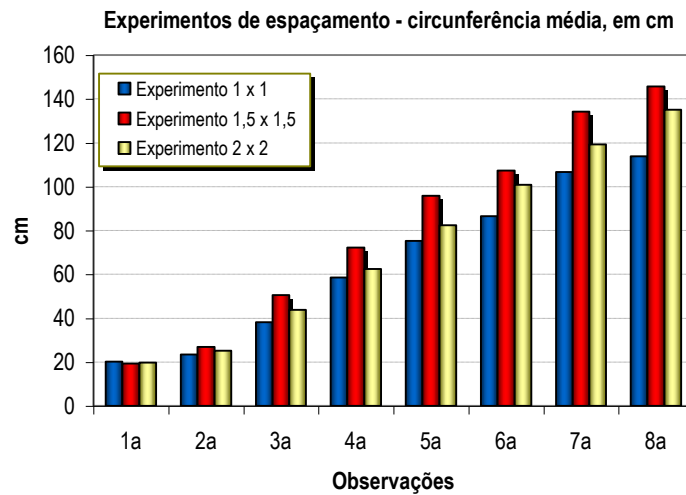


Gráfico 11.



ANEXO 02

PUBLICAÇÕES

Inventário florístico em uma área de regeneração espontânea de manguezal no entorno da Baía da Guanabara. Damasceno, Patricia¹; Wienskosi, Eduardo²; Santos, Monique Pinheiro³; Sá, Paulo Guilherme da Silva⁴.

¹ Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE.

² UNESP - Botucatu

³ Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE

⁴ Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP / FIOCRUZ

Introdução

Os inventários florísticos constituem o ponto de partida para o estudo de áreas de manguezal (Fidelman, 2001) e em especial para trabalhos de recuperação deste ecossistema, permitindo conhecer a estrutura de áreas naturais ou naturalmente regeneradas, de maneira a oferecer subsídios para a avaliação da quantidade ideal de plantas por metro quadrado, a proporção de cada espécie a ser plantada e, ainda, a distribuição aproximada das espécies na zona entremarés. Quando se pretende intervir no ambiente com vistas à sua recuperação, sempre se deve ter presente que o melhor caminho é aquele que a natureza, se deixada a si mesma, seguiria.

Com a mudança de perspectiva ocorrida no campo da legislação ambiental, que passa de um enfoque tradicionalmente privatista para tornar-se de caráter mais público em face das pressões ecológicas provocadas pela industrialização crescente, na última década tornaram-se mais visíveis as iniciativas de recuperação de ambientes impactados no Estado do Rio de Janeiro, inclusive em áreas de uso estritamente industrial. Este trabalho trata do inventário florístico de uma área de regeneração espontânea de manguezal no Pólo Petroquímico de Duque de Caxias, localizada no entorno da Baía da Guanabara.

Materiais e métodos

A área definida para o trabalho foi ocupada no passado recente por um loteamento (Balneário Ana Clara) instalado na década de 1960, com o propósito de servir como moradia para os trabalhadores do Pólo Industrial nascente. O loteamento tinha cerca de 70 casas, construídas ao longo de aruamentos paralelos; as áreas de manguezal desmatadas e aterradas nesta época para a instalação do loteamento não chegaram a ser ocupadas (foto 01).



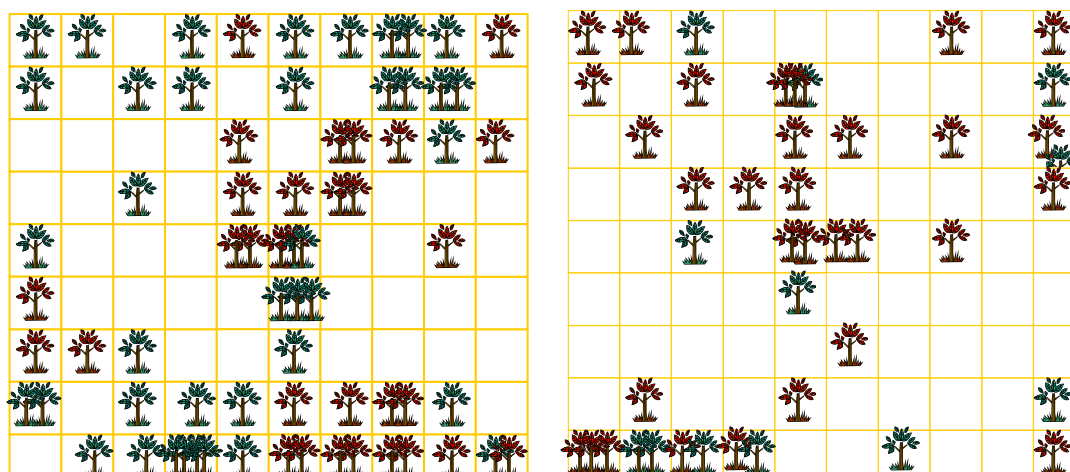
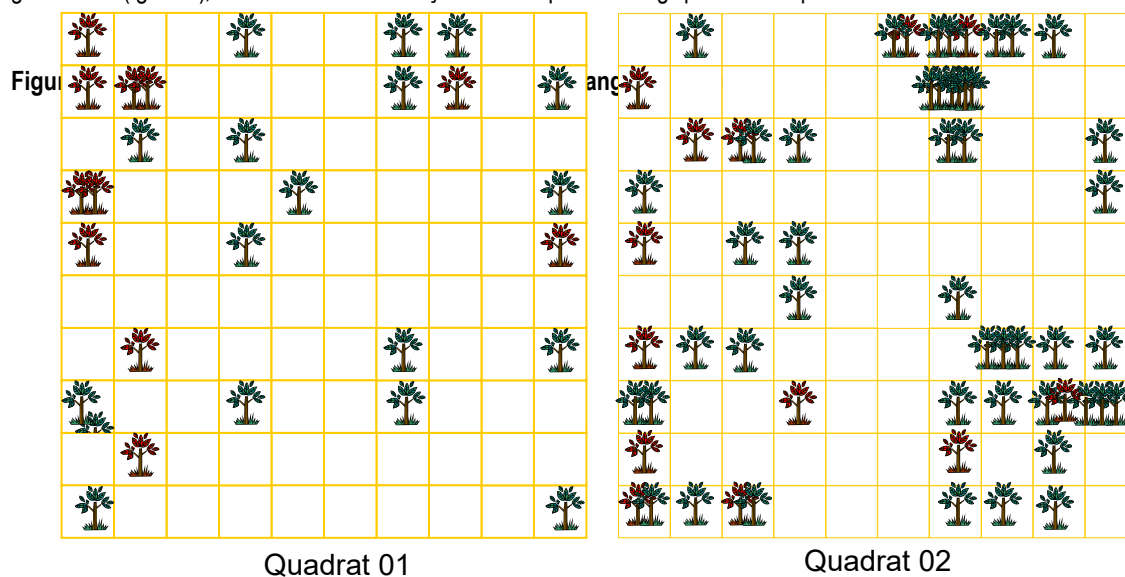
Foto 01. Vista aérea do Balneário Ana Clara, com destaque para a área de manguezal

O Balneário Ana Clara foi desapropriado na década de 1990, por estar localizado em área de uso estritamente industrial, segundo o zoneamento municipal definido pelo Decreto Municipal n.º 2.811, de 25 de outubro de 1995. O zoneamento metropolitano instituído pela Portaria nº 176/83 da SEDUR - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano, por sua vez, estabelece que parte da área está incluída em uma ZEI (Zona Estritamente Industrial) e parte em área de preservação ambiental.

No período em que foram realizados os trabalhos de campo (julho a agosto de 2000), a área se encontrava sem qualquer ocupação humana ou atividade econômica. O abandono da área propiciou a recolonização de cerca de 4,6 hectares por espécies de manguezal através de propágulos carreados pela maré, dadas as suas características de região de baixada, apresentando diversos locais sob influência direta das marés. A área é drenada pelo Rio Mesquita (afluente do rio Estrela) e pelos canais São José e do Coelho, e por ocasião das cheias, especialmente durante as marés de sizígia, as águas penetram nos canais, carreando propágulos originários dos manguezais adjacentes.

Foi realizada uma avaliação preliminar com o objetivo de delimitar as etapas do trabalho, na qual o antigo loteamento foi percorrido para levantamento fotográfico, a fim de identificar as espécies vegetais ocorrentes no entorno do manguezal, bem como marcar suas coordenadas com o auxílio de GPS. Para o inventário florístico, adotou-se o método de determinação aleatória de quadrats. Foram demarcados cinco quadrats de 10 x 10 metros nas áreas cobertas por manguezal, sendo cada um dos pontos de amostragem identificado por meio de coordenadas, com o objetivo de facilitar a localização posterior e evitar qualquer dano às plantas por pisoteio inadvertido.

Em cada quadrat, foram contados e distribuídos espacialmente todos os exemplares das espécies características de manguezal que tivessem altura igual ou superior a 30 cm, sendo registrada para cada indivíduo sua altura e localização relativa. Estas informações foram armazenadas em um banco de dados no software SPSS 8.0, utilizado para o tratamento estatístico dos dados. A localização relativa dos exemplares em cada quadrat foi plotada graficamente (figura 01), a fim de facilitar a identificação visual dos padrões de agrupamento e dispersão.



Resultados e Discussão

A vegetação observada no entorno da área de estudo era característica de estágios sucessionais iniciais de manguezal, como a gramínea *Spartina alterniflora* e a samambaia do mangue *Acrostichum aureum*, após as quais ocorriam, em gradiente, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e, em determinadas áreas, *Rhizophora mangle*. O efeito de borda era bastante evidente, sugerindo a regeneração recente do manguezal. Nos estratos inferiores, foi muito freqüente a ocorrência de *Sesuvium portulacastrum*, que contribuiu significativamente para a recolonização do manguezal devido ao seu intrincado sistema estolonífero, formando verdadeiras malhas no solo úmido e favorecendo a fixação dos propágulos.

Cada quadrat do inventário apresentou características distintas, indicativas do tempo decorrido desde a recolonização. A dominância foi determinada com base na altura das plantas e na quantidade de indivíduos (tabelas 01, 02 e 03).

Tabela 01. Localização dos quadrats.

Quadrat	Coordenadas UTM	Intensidade luminosa (KLux)	Idade sugerida
01	681.142 E; 7.487.453 N	0,83	9 anos
02	681.276 E; 7.487.255 N	4,5	5 anos
03	681.086 E; 7.487.497 N	12,0	2,5 anos
04	681.073 E; 7.487.347 N	10,0	2 anos
05	681.091 E; 7.487.289 N	22,5	3,5 anos

Tabela 02. Altura média e mediana, em cm, das espécies por quadrats.

Quadrat	Espécie	Média	Mediana	Erro padrão da média	Desvio-padrão	N
1	<i>Avicennia schaueriana</i>	395,0	400	32,7	138,8	18
	<i>Laguncularia racemosa</i>	450,0	400	44,7	148,3	11
2	<i>Avicennia schaueriana</i>	331,1	325	23,6	159,8	46
	<i>Laguncularia racemosa</i>	473,1	500	29,8	107,3	13
3	<i>Avicennia schaueriana</i>	119,9	50	18,3	117,2	41
	<i>Laguncularia racemosa</i>	279,2	300	23,6	141,4	36
4	<i>Avicennia schaueriana</i>	151,7	100	26,0	127,2	24
	<i>Laguncularia racemosa</i>	310,6	350	25,1	150,4	36
5	<i>Avicennia schaueriana</i>	350,0	350	50,0	70,7	2
	<i>Laguncularia racemosa</i>	221,9	200	13,7	129,7	89

Tabela 03. Altura, em cm, das espécies encontradas nos quadrats.

Quadrat	Espécie	Mínimo	25%	Mediana	75%	Máximo	Moda	N
1	<i>Avicennia schaueriana</i>	60,0	300,0	400	462,5	650	300	18
	<i>Laguncularia racemosa</i>	200,0	300,0	400	600,0	650	400	11
2	<i>Avicennia schaueriana</i>	30,0	200,0	325	450,0	600	400	46
	<i>Laguncularia racemosa</i>	250,0	400,0	500	550,0	600	500	13
3	<i>Avicennia schaueriana</i>	30,0	35,0	50	200,0	400	30	41
	<i>Laguncularia racemosa</i>	40,0	162,5	300	400,0	500	400	36
4	<i>Avicennia schaueriana</i>	30,0	50,0	100	300,0	400	50	24
	<i>Laguncularia racemosa</i>	40,0	200,0	350	437,5	500	400	36
5	<i>Avicennia schaueriana</i>	300,0	300,0	350	400,0	400	300	2
	<i>Laguncularia racemosa</i>	50,0	110,0	200	300,0	600	150	89

Caracterização dos quadrats

O quadrat 1 caracteriza-se por uma baixa densidade de indivíduos, com dominância de *Avicennia schaueriana* e altura mediana dos exemplares desta espécie em torno de 4 metros. É uma das áreas de manguezal mais estabilizadas, o que se pode inferir pela presença de pneumatóforos bastante desenvolvidos, e também pela característica do solo, mais instável e rico em matéria orgânica que o dos demais quadrats, uma vez que situa-se às margens de um canal de drenagem – recebendo o aporte direto de material particulado em suspensão carreado pelo Rio Mesquita.

A dominância de *Avicennia schaueriana* é característica de áreas com maior tempo de colonização. A incidência de luz solar é mais baixa que nos demais quadrats, devido à extensão do dossel, dificultando a germinação de propágulos.

O quadrat 2 apresenta também uma baixa densidade, ainda que superior à do quadrat 1, revelando entretanto adensamentos em determinados pontos, possivelmente induzidos pela disponibilidade de luz. Este quadrat é atravessado por um pequeno canal, e os locais de maior concentração de indivíduos situam-se à margem do mesmo. A espécie dominante é *Avicennia schaueriana*, com altura mediana de mais de 3 metros. *Laguncularia racemosa*, por sua vez, alcança cerca de 5 metros, o que permite concluir que o local já teve densidade maior no início da recolonização, tendo sido possivelmente dominado por *Laguncularia* – daí a maior altura dos exemplares atualmente presentes. A competição que se seguiu ao estabelecimento de *Avicennia schaueriana* teria levado à redução da densidade de *Laguncularia racemosa*, persistindo ainda “focos” mais agrupados constituídos por exemplares jovens de *Avicennia schaueriana*.

No quadrat 3 a dominância é partilhada por *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, sugerindo um tempo de colonização intermediário. A altura mediana dos exemplares de *Avicennia schaueriana* encontrados é outro fator de apoio a esta hipótese – menos de 1 metro, em contraste com a mediana de 3 metros alcançada por *Laguncularia racemosa*. É um dos quadrats de maior densidade, apresentando adensamentos monoespecíficos em sua maioria, direcionados de forma contínua. O sentido desses adensamentos sugere uma dispersão direcionada pelo fluxo e refluxo das marés – sem a interferência de barreiras naturais. Este quadrat apresenta intensidade luminosa regular, com incidência de radiação solar em manchas, e se observa a presença de um tapete de plântulas nas áreas de maior incidência de luz, a exemplo do quadrat 2.

No quadrat 04, a dominância pertence a *Laguncularia racemosa*. Observa-se entretanto um adensamento, basicamente monoespecífico, com predominância de *Avicennia schaueriana*. Isso sugere uma recolonização relativamente recente, que é confirmada pela presença de um extenso tapete de plântulas com dominância de *Laguncularia racemosa*. A intensidade luminosa pode ser considerada favorável, permitindo a germinação de uma grande quantidade de propágulos a despeito da densidade mediana.

O quadrat 5 pode ser considerado como o de colonização mais recente, o que é sugerido pela dominância absoluta de *Laguncularia racemosa*, com altura mediana inferior a 2 metros, além da presença de um enorme tapete monoespecífico de plântulas, com predominância da mesma espécie. A intensidade luminosa neste quadrat pode também ser considerada favorável.

Conclusões

Observando a disposição dos quadrats na figura 02, a questão do tempo de recolonização de cada um se torna ainda mais clara. Quanto menor a proximidade do Canal do Coelho, mais recente a recolonização – o que é coerente com o modo predominante de dispersão dos propágulos de espécies de manguezal, que é o aquático.

Avicennia schaueriana e *Laguncularia racemosa* partilham, nos 5 quadrats, a dominância, sendo *Avicennia* predominante nos 2 primeiros quadrats (62% e 78%, respectivamente) e *Laguncularia* nos 2 últimos (59% e 98%). No quadrat 3, as duas espécies ocorriam sem significativa dominância (53%

Avicennia e 47% *Laguncularia*). A densidade média encontrada, por sua vez, foi de 63,4 exemplares por 100 metros quadrados, sendo bastante variável no entanto, (entre 29 e 98 indivíduos por 100 metros quadrados). Segundo Cintron e Schaeffer-Novelli (1984), o desenvolvimento normal de um manguezal resulta em redução da densidade, aumento na área basal e redução do diâmetro médio das árvores, como resultado da competição por espaço.

Quanto à altura dos exemplares segundo sua espécie, foi encontrada variação significativa, indicando diversidade de condições ecológicas entre os quadrats, aí incluídas a intensidade luminosa e a influência das marés. *Laguncularia racemosa* tem altura superior a *Avicennia schaueriana* em todos os quadrats, exceto no quadrat 1, onde a diferença não é significativa, e no quadrat 5, onde a quantidade de exemplares de *Avicennia schaueriana* encontrados é insuficiente para a comparação. É provável que a maior altura média dos exemplares de *Laguncularia racemosa* represente os remanescentes da primeira colonização, uma vez que, na literatura, é o gênero *Avicennia* que apresenta as maiores alturas. Panitz (1997), estudando um manguezal de Santa Catarina, encontrou dominância de *Avicennia germinans* no estrato superior do bosque, *Laguncularia racemosa* no estrato mediano e raros exemplares de *Rhizophora mangle*.

Considerando as observações realizadas em termos gerais, verifica-se nas tabelas 02 e 03 que *Laguncularia racemosa* apresenta altura média superior à de *Avicennia schaueriana*, conquanto não seja notada diferença entre as medianas de altura das duas espécies.

A ausência de exemplares de *Rhizophora mangle* na área delimitada para o inventário pode ser explicada pelas características desta espécie, que requer para seu estabelecimento solos mais ricos em matéria orgânica que as demais espécies de mangue (Odum *et al.*, 1982). A recolonização recente da área em relação ao aterramento não teria permitido o estabelecimento de reservatórios de matéria orgânica suficientes para o desenvolvimento de exemplares de *Rhizophora mangle*. Em uma área contígua, foram encontrados alguns exemplares desta espécie, sendo que esta área não havia sido aterrada e estava sob maior influência dos pulsos de maré.

Referências Bibliográficas

- FIDELMAN, Pedro I. J. Manguezais do Rio Santana, Ilhéus, Bahia: caracterização do sistema. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v.3, n.1, 86-94, jan/abr 2001.
- CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1984. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur América. **Ciencia Interamericana**, 25: 4-15.
- PANITZ, C. M. N. 1997. Ecological description of the Itacorubi mangroves, Ilha de Santa Catarina, Brazil. In: KJERFVE, B. J.; LACERDA, L. D.; DIOP, S. E. (eds.). **Mangrove Ecosystems Studies in Latin America and Africa**. UNESCO: Paris, 349 p. Pp. 204-223.
- ODUM, W. E.; McIVOR, C. C.; SMITH, T. J. 1982. **The ecology of mangroves of the South Florida: a community profile**. U. S. Fish and Wildlife Service. Office of Biological Services: Washington, D. C., FWS / PBS, 81-84, 144 p.

BIOMONITORAMENTO DE *Laguncularia racemosa* LOCALIZADAS EM UMA ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA PETROFLEX S.A. (DUQUE DE CAXIAS, RJ).

Tiago Rodrigues de Arantes⁵; Patrícia Damasceno³; Monique Pinheiro Santos⁴; Paulo Guilherme da Silva Sá⁶

Introdução

Trabalhos de recomposição da cobertura vegetal de mangue em áreas industriais, desde que inseridos em seus programas de gestão ambiental e devidamente conduzidos por pessoal qualificado, podem ser tão ou mais bem sucedidos que iniciativas realizadas em regime de voluntariado; isto porque a noção empresarial de processos → produtos estimula a busca de resultados mais além do discurso acadêmico e das mobilizações instantâneas de algumas organizações não-governamentais. A ênfase na conservação do meio ambiente típica da década de 1960, quando emergiram a consciência ambiental e os movimentos ecológicos, vem sendo substituída pela perspectiva da prevenção e da remediação dos impactos ambientais (Maia, 1995), cada vez mais pautada pelo crescimento da percepção, no meio empresarial, de que a eliminação dos seus passivos ambientais pode ser social e economicamente mais viável do que a negação do problema.

Dentro desta ótica, o programa de recuperação de áreas de passivo situadas no ecossistema manguezal da Petroflex Ind. e Com. S.A. vem realizando o monitoramento do plantio de *Laguncularia racemosa* sob diferentes condições de espaçamento, com o objetivo de determinar a melhor relação entre densidade das mudas plantadas e tempo de colonização da área. Esta espécie é pouco exigente quanto a nutrientes, salinidade e insolação, sendo considerada pioneira entre os gêneros de manguezal e, portanto, adequada para a realização de estudos e projetos que tenham por finalidade a rápida recuperação de áreas degradadas (Menezes et al., 1997).

Materiais e Métodos

Caracterização da área

A Petroflex Ind. e Com. S. A. está situada no Pólo Industrial do município de Duque de Caxias, no entorno da Baía da Guanabara, entre os paralelos 22° 43' 11,5" e 43° 14' 17,8", no Estado do Rio de Janeiro. O clima da região é do tipo sub-úmido, com pouco ou nenhum déficit de água e calor bem distribuído durante todo o ano, apresentando temperaturas médias que oscilam entre 21 e 28 °C. A umidade relativa do ar situa-se geralmente acima de 80%, e a intensidade dos ventos é baixa, aproximando-se de 2 m/s.

A área delimitada para este trabalho é considerada uma planície costeira recoberta por sedimentos marinhos e fluviais situada na porção sudeste da empresa (Ramos, 2002), originariamente coberta por manguezal, escavada para disposição de resíduos industriais e posteriormente aterrada. Esta área, com 3.000 m², está localizada à margem direita do canal de lançamento do efluente industrial, com grande aporte de matéria orgânica, que deságua no Rio Mesquita. Após a retirada dos passivos ambientais constituídos por borrachas fora de especificação, látex e outros resíduos sólidos (restos de embalagens, tambores e madeira) com contaminação de origem industrial. O nivelamento de sua superfície ao nível de maré, a fim de permitir a entrada

⁵ Universidade do Rio de Janeiro - UNIRIO / NATRONTEC e Rio Polímeros S.A.

⁶ Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ / Petroflex S.A. e Rio Polímeros S.A..

dos fluxos pelos três canais de drenagem construídos com o objetivo de interligar a área de recuperação ao Rio Mesquita, mantendo as condições de saturação hídrica e a circulação de nutrientes.

A área do plantio foi delimitada com espaçamentos entre mudas de 1 x 1 metro e 2 x 2 metros com a utilização de espécimes de *Laguncularia racemosa* produzidas em viveiro próprio, dispostas em duas trilhas (A e B). A delimitação do perímetro foi realizada através do plantio de *Acrostichum aureum* (samambaia-do-mangue), reproduzindo as condições de regeneração natural observadas em áreas contíguas. O plantio desta espécie, em conjunto com *Sesuvium portulacastrum* oferece proteção de borda às mudas recém-plantadas.

As características das trilhas são mostradas na tabela a seguir:

Tabela 01. Características gerais das trilhas de plantio

Trilha	Características	Espaçamento
A	Localiza-se à margem da primeira canaleta que liga o canal de lançamento do efluente industrial ao Rio Mesquita. É banhada principalmente pelas águas do efluente industrial terciário.	1,0 x 1,0m
B	Localiza-se próximo à canaleta que liga o Rio Mesquita à área de plantio. É banhada principalmente pelas águas do Rio Mesquita.	2,0 x 2,0m

Preparação para o plantio

A análise do solo utilizado para o aterro e que ainda permanece no local foi realizada pela EMBRAPA SOLOS/Laboratório de Análise de Solos, Água e Plantas, em dezembro de 2002. Os resultados mostraram que se trata de um solo Gley, que apresenta alta saturação por bases e uma quantidade de matéria orgânica relativamente alta, com pH pouco ácido (5,8). O solo é eutrófico e essa alta saturação por bases facilita o enraizamento em grandes profundidades (tabela 01).

Tabela 01. Análises realizadas no solo das trilhas A e B.

Análises	Unidade	Bloco 01
Carbono	g / kg	1,4
Matéria orgânica	g / kg	2,4
Mn	mg / dm ³	47,7
Fe	mg / dm ³	32,8
Zn	mg / dm ³	0,987
Cu	mg / dm ³	1,23
pH / H ₂ O	1 : 2,5	5,8
Al	cmol _c / dm ³	0,0
Ca	cmol _c / dm ³	0,6
Mg	cmol _c / dm ³	2,0
Na	mg / dm ³	1.173
K	mg / dm ³	121
H + Al	cmol _c / dm ³	0,8
P	mg / dm ³	26,1
S	cmol _c / dm ³	8,0
T	cmol _c / dm ³	8,8
V	%	91

* V = Soma das bases trocáveis disponíveis no solo.

Análises realizadas pela EMBRAPA SOLOS / Laboratório de Análise de Solos, Água e Plantas, em dezembro de 2002.

As mudas plantadas foram submetidas a avaliações biométricas (medições da altura em centímetros e observações diversas), sendo selecionada para tanto uma amostra de 10% das mudas plantadas, às quais receberam etiquetas numeradas individualmente e de cores específicas. Foram realizadas análises estatísticas ao longo do desenvolvimento das mudas plantadas, com base nas informações coletadas e registradas nas planilhas de acompanhamento, visando potencializar a recuperação das áreas já plantadas, minimizando as perdas e conseqüentemente os custos operacionais. Os tratamentos culturais incluíram o controle manual de infestações de pragas (lagartas), colocação de tutores e a correção de macro-nutrientes (NPK), aplicados a lance no período de maré seca a fim de evitar a perda dos nutrientes carregados pela maré.

Resultados e Discussão

Tabela 02. Resumo do monitoramento.

Trilha	Total de mudas	Altura média (cm) 1ª Obs.	Altura média (cm) 9ª Obs.	Crescimento (cm / mês)	% Perdas	Época de plantio
A	146	99,3	262,1	20,2	0,0	Verão
B	106	96,1	205,3	13,0	0,0	Verão

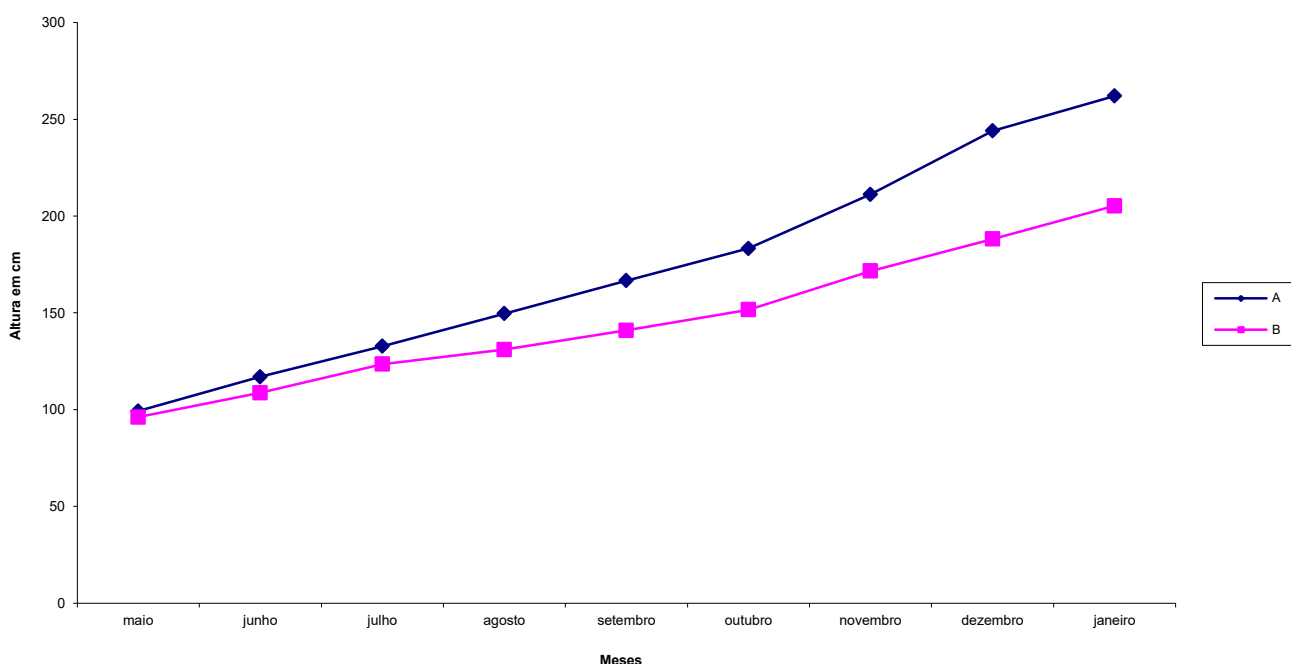
Tabela 03. Observações fenológicas das trilhas.

Trilha	Mês de Ocorrência	Estação	Estágio	%
A	Maio/02	Outono / Inverno	Floração	2.1
A	Junho/02	Inverno	Floração	0.7
A	Outubro/02	Primavera	Floração	43.2
A	Novembro/02	Primavera / Verão	Floração	77.4
A	Dezembro/02	Verão	Floração	99.3
A	Janeiro/03	Verão	Floração	0.7
A	Janeiro/03	Verão	Frutificação	76.0
B	Maio/02	Outono / Inverno	Floração	2.0
B	Junho/02	Inverno	Floração	2.0
B	Julho/02	Inverno	Frutificação	1.0
B	Outubro/02	Primavera	Floração	54.0
B	Novembro/02	Primavera / Verão	Floração	84.0
B	Dezembro/02	Verão	Floração	99.0

As observações fenológicas revelaram a ocorrência de floração em uma quantidade significativa de plantas entre os meses de outubro e janeiro, em contraste com os percentuais registrados nos meses anteriores. Este fato é indicativo de uma excelente adaptação às condições dos locais de plantio nas trilhas A e B. As ocorrências de frutificação são o melhor indicativo de sucesso do trabalho de recuperação destas áreas.

As plantas realizaram os maiores investimentos no crescimento em altura no período de outubro a janeiro, provavelmente em resposta aos aportes de nutrientes recebidos durante o monitoramento, tendo também sido favorecidas pelas temperaturas mais elevadas verificadas nestes meses. Entre junho e agosto, a redução da velocidade do crescimento pode estar relacionada à queda da temperatura *versus* a menor incidência luminosa diária (fotoperíodo). A ocorrência de marés mais altas durante o verão foi outro fator que favoreceu a adaptação e o desenvolvimento inicial das mudas em condições de campo, aumentando o aporte de nutrientes para as mesmas. As diferenças observadas entre as trilhas de plantio são mostradas no gráfico a seguir (Gráfico 01).

Gráfico 01. Crescimento médio mensal, em centímetros, das mudas plantadas na trilha A e B.



TRILHA A:

O desenvolvimento alcançado pelas mudas desta trilha foi intenso, progressivo e contínuo, acompanhando a elevação da temperatura ao longo das estações. Além disso, durante o período de manutenção das mudas em viveiro, ocorreu restrição do crescimento em função de limitações do espaço disponível para o desenvolvimento do sistema radicular; daí a velocidade do desenvolvimento das mudas após o plantio. A trilha **A** apresentou as maiores alturas médias dentre as trilhas, provavelmente em função de sua densidade adotada no plantio (1,0 x 1,0 metro), o que aumenta a competição por luz entre as mudas e estimula o investimento no crescimento vertical.

Acreditamos que o bom desenvolvimento das mudas, apesar da ocorrência de alguns episódios de predação, principalmente no mês de janeiro, esteja associado à adaptação prévia das mudas no estágio de palette às condições do solo de plantio definitivo.

TRILHA B:

O perfil de crescimento das mudas plantadas na trilha **B** mostra pouca similaridade com o encontrado na trilha A, a despeito das mudas pertencerem a um mesmo lote. O menor desenvolvimento alcançado por esta trilha se deve principalmente ao espaçamento adotado (2,0 x 2,0m), o que favoreceu o investimento no crescimento lateral. O grau de desenvolvimento das espécies vegetais encontra-se diretamente relacionado à luz (incidência de radiação solar), e as preferências a esse respeito variam segundo a espécie. *Laguncularia racemosa* está adaptada a maiores intensidades de insolação.

Os poucos casos de fitopatologia, infestação e perda não parecem ter tido efeito significativo sobre o potencial de desenvolvimento das mudas.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS:

O teste estatístico utilizado para as análises das diferentes médias de crescimento apresentadas nas duas trilhas em questão foi o t de Student. Este teste foi o escolhido porque as amostras são independentes com variâncias iguais. Nele pode-se observar que com nível de significância de 5%, todos os valores foram **significativos**, aceitando a hipótese nula de igualdade de variância.

Considerações finais

A altura alcançada por *Laguncularia racemosa* está diretamente relacionada a densidade, disponibilidade de luz, nutrientes e da drenagem do terreno. A espécie não é suscetível a galhas e resiste ao ataque de pragas e insetos, e a imersão por períodos relativamente prolongados.

De acordo com a classificação de Grime (1974), *Laguncularia racemosa* poderia ser considerada como uma espécie 'tolerante a alterações', entendendo-se alteração como a destruição dos tecidos vegetais por predação ou dano mecânico pela ação antrópica, do vento, incêndios e erosão. As espécies toleradoras de alteração apresentariam rápido desenvolvimento e menor altura em relação às toleradoras de tensão. Seus períodos de crescimento seriam curtos e intensos, com duração das folhas relativamente baixa, e seus propágulos seriam numerosos e de baixo custo (pequenos e não vivíparos).

Laguncularia racemosa é uma espécie cuja estratégia ecológica é de tendência "r", o que significa que se trata de uma espécie pioneira, de rápido crescimento, e que maximiza seu potencial reprodutivo através da produção de uma grande quantidade de propágulos. Sendo assim, esta espécie pode ser uma eficiente colonizadora para áreas de manguezal degradadas, atuando também como disseminadora de propágulos para outras áreas. Além disso, trata-se de uma grande produtora de massa verde, servindo para nutrição da fauna (peixes, caranguejos, avifauna, répteis e mamíferos). Até o momento, observamos o retorno da carcinofauna devido à oferta de alimento (folhas e propágulos das espécies de manguezal), bem como dos guaxinins, marrecas, colhereiros, que se alimentam tanto da carcinofauna quanto da ictiofauna.

Os parâmetros utilizados para se avaliar o êxito da recomposição da cobertura vegetal de mangue são o crescimento, a ocorrência significativa de floração e frutificação e a estabilização das perdas. Considerando estes parâmetros, podemos concluir que houve sucesso na recuperação da área. O monitoramento foi encerrado após 12 meses do plantio, mantendo-se no entanto visitas periódicas a fim de acompanhar o desenvolvimento das plantas e controlar eventuais ocorrências de infestação por lagartas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAIA, A.A. *Meio ambiente, qualidade e gestão ambiental*. **Revista FEEMA**, Ano IV, n°- 18, Julho/Agosto, Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 1995, p.34-36.

MENEZES, G.V.; POFFO, I.R.F.; EYZINK, G.G.J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1997. Restauração de um manguezal utilizando *Laguncularia racemosa*. **Proceedings VII Congresso Latino-americano sobre Ciências do Mar 2**: 164-165. IOUSP/ALICMAR/FIESP, São Paulo, 574 pp.

RAMOS, D. G. B. 2002. **Caracterização pedológica, químico-mineralógica e física dos solos da área da Petroflex Ind. e Com. S. A.** Dissertação de Graduação em Geologia - Relatório Final de Estágio de Campo IV-B. Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 79 p.

GRIME, J. P. 1974. Vegetation classification by reference strategies. *Nature*, 250: 26-31.

SAENGER, P. 1985. An initial attempt to assess life strategies in Australian mangroves. In: BARDSLEY, K. N.; DAVIE, J. D. S.; WOODROFFE, C. D. (eds.). **Proceedings NARV Conference on Coasts and Tidal Wetlands of the Australia Monsoon Region**. Australian National University: Canberra. Pp. 187-200.

KAIRO, J. G.; DAHDUOH-GUEBAS, F.; BOSIRE, J.; KOEDAN, N. 2001. Restoration and management of mangrove systems. Lessons for and from the East African region. *South African Journal of Botany*, 67: 383-389.

PULVER, T. R. 1976. **Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans*, in Florida**. Florida Marine Research Publications 22. Contribution No. 282, St Petersburg, Florida, USA, pp. 14.

TOMLINSON, P. B. 1986. **The botany of mangroves**. Cambridge University Press: Cambridge, pp. 387-393.

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro.

FIELD, C. 1998a. Rationales and practices of mangrove afforestation. *Marine and Freshwater Research*, 49: 353-358.



Foto 10. Plantio da primeira etapa do bloco 4B, correspondendo a 15% do total deste bloco.



Área do bloco 4B antes do rebaixamento ao nível da maré de sizígia



Resultado do rebaixamento do bloco 4B, com lâmina d'água de 5 cm nas marés de sizígia



Área preparada para plantio no bloco 4B, com vista da rua projetada à direita



Área preparada para plantio no bloco 4B, com vista da rua do campo de futebol à esquerda



Bloco 4B em início de plantio, com vista à esquerda para a rua projetada e ao fundo o início dos trabalhos de rebaixamento do bloco 2A



Bloco 4B após o plantio, com vista ao fundo da rua do campo de futebol



Bloco 4B após o plantio, com vista ao fundo da rua projetada

Documentação fotográfica do plantio nos blocos 1A, 2A e 4B.



Foto 03. Tomada do nível na trilha limite do bloco 1 A.



Foto 04. Tomada do nível no bloco 2 A, orientação norte.



Foto 06. Tomada do nível no bloco 4 B.



Área do bloco 4B antes do rebaixamento ao nível da maré de sizígia



Resultado do rebaixamento do bloco 4B, com lâmina d'água de 5 cm nas marés de sizígia



Área preparada para plantio no bloco 4B, com vista da
rua projetada à direita



Área preparada para plantio no bloco 4B, com vista da
rua do campo de futebol à esquerda



Bloco 4B em início de plantio, com vista à esquerda para a rua projetada e ao fundo o início dos trabalhos de rebaixamento do bloco 2A



Bloco 4B após o plantio, com vista ao fundo da rua do campo de futebol



Bloco 4B após o plantio, com vista ao fundo da rua projetada