

TARCÍSIO VIANA DE LIMA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE**  
*Aspidosperma discolor* A. DC. EM DOIS FRAGMENTOS DE  
**FLORESTA OMBRÓFILA DENSA EM PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de Concentração: Silvicultura

ORIENTADORA:  
Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano

CO-ORIENTADOR:  
Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

Ficha Catalográfica

L732d Lima, Tarcísio Viana de  
Distribuição espacial e aspectos ecofisiológicos de  
*Aspidosperma discolor* A.DC. em dois fragmentos de  
floresta ombrófila densa em Pernambuco / Tarcísio Viana  
de Lima. – 2011.  
211 f. : il.

Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano.  
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência  
Florestal, Recife, 2011.  
Referências.

1. Biometria 2. Temperatura 3. Luminosidade  
4. Sombreamento 5. Dinâmica populacional 6. Ecofisiologia  
I. Feliciano, Ana Lícia Patriota, Orientadora II. Título

CDD 581.5222

**TARCÍSIO VIANA DE LIMA**

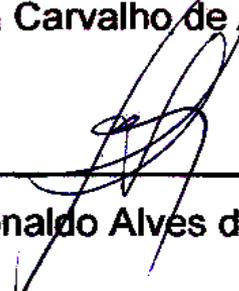
**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DE  
*Aspidosperma discolor* A. DC. EM DOIS FRAGMENTOS DE  
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA EM PERNAMBUCO**

Aprovada em: 24/02/2011

Banca Examinadora



Prof<sup>ª</sup>. Dra. Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa (UFPE)

  
Prof. Dr. Leonaldo Alves de Andrade (UFPB)

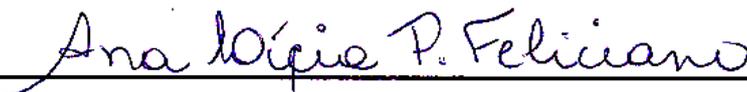


Prof<sup>ª</sup>. Dra. Valderéz Pontes Matos (UFRPE)



Prof. Marco Antônio Amaral Passos (UFRPE)

Orientadora:



Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano (UFRPE)

**RECIFE – PE  
Fevereiro - 2011**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por sempre me proporcionar conquistas maravilhosas.

Aos meus pais, José Araújo de Lima (*in memoriam*) e Maria da Conceição de Lima, pelo carinho, apoio e dedicação que sempre me deram.

A Rosa, Tarciana e Rodrigo por serem fundamentais na minha tomada de decisão em realizar este curso de doutorado.

A Sra. Maria Benedita Cavalcante 'Dona Ditinha' (*in memoriam*), eterna baluarte, que sempre orou a Deus pelo meu sucesso.

A minha orientadora professora Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano, pela colaboração e apoio em todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Marangon pela amizade e por me incentivar a fazer o doutorado.

A professora Dra. Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa, por me despertar profundo interesse pela Ecofisiologia das espécies vegetais.

Ao Senhor José Félix (*in memoriam*) pela valiosa colaboração nas coletas de campo.

Ao Engenheiro Florestal Evandro Dionísio de Luna que, incansavelmente, muito contribuiu na realização das coletas de campo.

Ao estudante Edgar Caliento pela prestimosa colaboração nas coletas de campo.

A Tarciana Cavalcanti de Lima, pelo apoio na confecção das figuras relacionadas à distribuição espacial das plântulas sob as árvores matrizes selecionadas.

A Dra. Ângela Maria de Miranda Freitas, curadora do Herbário Sérgio Tavares, pela confirmação e identificação da espécie vegetal estudada.

Ao especialista e pesquisador Vitor O. Becker, do Instituto Uiraçu, Bahia, pela prestimosa colaboração nas identificações dos exemplares de lepidópteros encontrados nos frutos da espécie vegetal estudada.

A professora Dra. Aurístela Correia de Albuquerque, pela prestimosa colaboração na identificação dos exemplares de cupins arbóreos ocorrentes em indivíduos adultos da espécie estudada.

Ao professor Dr. Alberto Fábio Carrano Moreira, pela valiosa colaboração na identificação dos exemplares de formigas saúvas ou cortadeiras ocorrentes nas áreas estudadas.

A Adenilda Moura que, incasavelmente, sempre me apoiou e me incentivou na concretização deste trabalho.

A Aloísio Sandes e Consuelo Sandes, pela amizade, profundo apoio e incentivo para a conclusão do curso.

A professora Rosana Machado, pelo companheirismo, amizade e incentivo para conclusão do curso.

Aos colegas da Pós-graduação em Ciências Florestais, pelo apoio e, sobretudo, pelos momentos inesquecíveis e ímpares que vivemos.

A todos que colaboraram na realização deste trabalho, meus profundos agradecimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	20
<b>1.INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>22</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
2.1. Considerações sobre <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.....	25
2.1.1. Caracterização Taxonômica.....	25
2.1.2. Caracterização Dendrológica .....	25
2.1.3. Distribuição Geográfica e Características Ecológicas.....	25
2.1.4. Utilização da Espécie.....	27
2.2. Morfologia de Frutos e Sementes.....	27
2.3. Germinação.....	28
2.4. Fatores Ambientais e a Germinação.....	29
2.4.1. Água.....	29
2.4.2. Luz.....	31
2.4.3. Temperatura.....	33
2.5. Ecofisiologia de Espécies Florestais Nativas.....	34
<b>3. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO I. Caracterização biométrica e comportamento germinativo de sementes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidas em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, Pernambuco.....</b>	<b>50</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>51</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>53</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>58</b>
2.1. Identificação e Localização das Áreas Estudadas.....	58
2.1.1. Características Geológicas, Climáticas e Vegetacionais.....	59
a. Parque Estadual de Dois Irmãos.....	59
b. Mata Privê Vermont.....	60
2.2. Espécie Estudada.....	61
2.3. Experimentos em Laboratório.....	62
2.3.1. Obtenção dos Frutos e das Sementes.....	62
2.3.2. Avaliação Biométrica.....	63
a. Frutos e sementes.....	63
b. Determinação do número de sementes por quilograma.....	63
c. Determinação das taxas de predação das sementes.....	64
2.3.3. Efeito da Temperatura sobre a Viabilidade das Sementes.....	65
2.3.4. Efeito da Luz sobre a Viabilidade das Sementes.....	66
2.3.5. Testes de Vigor Utilizados.....	66
2.3.6. Delineamento Experimental.....	67
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
3.1. Biometria de Frutos e Sementes.....	69
3.1.1. Predação de Sementes.....	76
3.2. Efeito da Temperatura na Germinação e no Vigor das Sementes de <i>A. discolor</i> .....	78
3.3. Efeito da Luz na Germinação e Vigor das Sementes de <i>A. discolor</i> .....	81
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

<b>CAPÍTULO II. Desenvolvimento de mudas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., submetidas à diferentes níveis de sombreamento em viveiro florestal.....</b>	<b>91</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>92</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>94</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>95</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>97</b>
2.1. Influência dos Níveis de Sombreamento no Desenvolvimento de Mudas de <i>A. discolor</i> .....	97
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>100</b>
3.1. Influência dos Níveis de Sombreamento no Desenvolvimento de Mudas de <i>A. discolor</i> em Viveiro Florestal.....	100
3.1.1. Características Microclimáticas.....	100
3.1.2. Crescimento das Mudas.....	100
3.1.3. Altura Total das Mudas.....	104
3.1.4. Diâmetro do Colo das Mudas.....	105
3.1.5. Área Foliar e Número de Folhas por Planta.....	108
3.1.6. Biomassa do Caulículo e do Sistema Radicular.....	112
3.1.7. Biomassa da Folha.....	116
3.1.8. Biomassa da Parte Aérea.....	116
3.1.9. Biomassa Total.....	118
3.1.10. Relação Raiz/Parte Aérea.....	120
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>122</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>123</b>
<b>CAPÍTULO III. Dinâmica populacional dos estádios ontogenéticos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas , Pernambuco.....</b>	<b>128</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>129</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>131</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>133</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>135</b>
2.1. Experimentos em Campo.....	135
2.1.1. Dados Higrotérmicos.....	135
2.1.2. Levantamento de Plântulas sob Árvores Matrizes de <i>A. discolor</i> .....	135
2.1.3. Levantamento de Plantas Jovens de <i>A. discolor</i> nos Fragmentos Seleccionados .....	137
2.1.4. Levantamento de Dados Abióticos das Parcelas.....	140
a. Análise da luminosidade.....	140
b. Coletas e análises do solo.....	140
2.1.5. Análise da Quantificação e do Padrão Espacial dos Indivíduos Adultos de <i>A. discolor</i> nos Dois Fragmentos Seleccionados.....	141
2.1.6. Análise da Ação Predatória de Herbívoros sobre Plântulas, Plantas Jovens e Adultos de <i>A. discolor</i> .....	142
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>143</b>
3.1. Dados Higrotérmicos.....	143
3.2. Levantamento de Plântulas sob Árvores Matrizes de <i>A. discolor</i> .....	144
3.2.1. Localização Geográfica e Características Fenotípicas das Árvores Matrizes.....	144
3.2.2. Distribuição Espacial de Plântulas sob as Árvores Matrizes.....	149
3.3. Levantamento das Plantas Jovens de <i>A. discolor</i> nos Fragmentos	

Selecionados.....	170
3.3.1. Análise dos Dados Abióticos das Parcelas.....	186
3.4. Análise do Padrão Espacial dos Indivíduos Adultos de <i>A. discolor</i> nos Fragmentos Selecionados.....	190
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	201
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	203

## LISTA DE FIGURAS

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

	Página
Figura 1 Detalhes morfológicos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.: exemplares adultos mostrando troncos com seus acanalamentos profundos típicos da espécie (A e B), inflorescências (C), ramo com fruto imaturo fechado (D), frutos pré-maduros fechados (E) e fruto aberto com sementes (F) .....	26

### CAPÍTULO I

	Página
Figura 1 Localização das áreas de estudo: Parque Estadual de Dois Irmãos (A), Recife, e Mata Privê Vermont (B), Camaragibe, Pernambuco, 2008.....	58
Figura 2 Estratificação da cobertura vegetal da Mata de Dois Irmãos com a presença de indivíduos adulto (A) e jovem (B) de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. no primeiro plano.....	60
Figura 3 Principais ações antrópicas (rede de estradas pavimentadas (A), desmatamento (B) e expansão imobiliária (C)) causadoras do elevado grau de perturbação imposto à Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.	61
Figura 4 Frutos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidos diretamente de cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B), Pernambuco.....	62
Figura 5 Pesagens e mensurações de frutos (A e B) e sementes sem alas (C) provenientes das cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife, e na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.	63
Figura 6 Frutos perfurados e sementes atacadas por predadores provenientes das cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A e C), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B e D), Pernambuco, em abril e maio de 2008.....	64
Figura 7 Sementes provenientes de frutos abertos colhidos na Mata de Dois Irmãos, Recife (A), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B), Pernambuco.....	65
Figura 8 Distribuição de frequências relativas do comprimento, largura e espessura dos frutos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	71
Figura 9 Distribuição de frequências relativas do diâmetro e espessura das sementes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidas em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	72

Figura 10 Distribuição de frequências relativas da massa de matéria fresca dos frutos e das sementes e do número de sementes por fruto de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	75
Figura 11 Indivíduos adultos de <i>Lamprosema dorisalis</i> Walker 1859 (A) e <i>Diaphania esmeralda</i> Hampson 1899 (B), oriundos de frutos predados colhidos respectivamente na Mata de Dois Irmãos, Recife, e na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco, em abril e maio de 2008.....	78

## CAPÍTULO II

Figura 1 Experimento realizado no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco evidenciando os diferentes níveis de sombreamento entre o período de junho de 2008 a abril de 2009.....	98
Figura 2 Detalhes morfológicos das plantas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. com dez meses de idade submetidas à 50% de sombreamento. A – oriunda de semente procedente da Mata Privê Vermont, Camaragibe, B – oriunda de semente procedente da Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco. ep: epicótilo; ct: cotilédone; hp: hipocótilo; rp: raiz principal; rs: raiz secundária; rt: raiz terciária.....	106

## CAPÍTULO III

Figura 1 Influência dos dosséis dos fragmentos estudados sobre o desenvolvimento das copas das árvores matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.: indivíduos da espécie sob dossel mais denso apresentando maior diâmetro de fuste e menor área de copa na Mata de Dois Irmãos, Recife (A e B), e a ocorrência de dossel mais raleado devido ao desmatamento mais intenso (C), com presença de indivíduo da espécie estudada apresentando diâmetro de fuste menor e maior área de copa (D), na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	147
Figura 2 Exemplares de árvores matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. atacados por pragas nas matas de Dois Irmãos (A) e Privê Vermont (C): formigas saúvas ou cortadeiras ( <i>Atta sexdens sexdens</i> L.) transportando flores (B) e folhas (D); nidificações de cupins arbóreos ( <i>Nasutitermes</i> sp) sobre os fustes de árvores da espécie em Dois Irmãos (E) e Privê Vermont (F).....	148
Figura 3 Levantamentos das plântulas do tipo fanerocotiledonar epigeal sob as copas das árvores matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. realizados no mês de junho de 2008 (estação chuvosa): colocação de etiquetas (A), plântulas etiquetadas nos fragmentos de Dois Irmãos (B e C) e Privê Vermont (D e E). As setas sinalizam os cotilédones.....	151

Figura 4	Predações ocasionadas por formigas saúvas ou cortadeiras ( <i>Atta sexdens sexdens</i> L.), representadas por setas brancas; e por minadores, representadas por setas pretas; em cotilédones de plântulas sob árvores matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife (A e B), e Privê Vermont, Camaragibe (C e D), entre o terceiro e quarto levantamentos.....	152
Figura 5A	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 1 e 2, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.....	159
Figura 5B	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 3 e 4, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.....	160
Figura 5C	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 5 e 6, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.....	161
Figura 5D	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 7 e 8, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.....	162
Figura 5E	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 9 e 10, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.....	163
Figura 6A	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 1 e 2, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco...	164
Figura 6B	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 3 e 4, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco...	165
Figura 6C	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 5 e 6, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco...	166
Figura 6D	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 7 e 8, selecionadas de <i>Aspidosperma</i>	

	<i>discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	167
Figura 6E	Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 9 e 10, selecionadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco...	168
Figura 7	Histogramas de distribuição do número de plantas jovens por classe de altura de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. referentes às quatro parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009.....	173
Figura 8	Histogramas de distribuição do número de plantas jovens por classe de altura de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. referentes às quatro parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	175
Figura 9	Histogramas da distribuição do número de plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por subparcela nas quatro unidades amostrais de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009.....	176
Figura 10	Distribuição espacial das plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. nas quatro parcelas com dimensão de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) localizadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009.....	177
Figura 11	Histogramas da distribuição do número de plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por subparcela nas quatro unidades amostrais de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	178
Figura 12	Distribuição espacial das plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. nas quatro parcelas com dimensão de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) localizadas no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	179
Figura 13	Exemplares de plantas jovens computadas nas parcelas inventariadas na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco: indivíduos com folhas não predadas (A); atacadas por formigas saúvas ou cortadeiras ( <i>Atta sexdens sexdens</i> L.) (B) provenientes de ninhos nas proximidades da parcela um (E); danificadas por lagarta (C e F) e outros minadores (D).....	187
Figura 14	Exemplares de plantas jovens computadas nas parcelas inventariadas na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco: indivíduos com folhas não-predadas (A); atacadas por formigas saúvas ou cortadeiras ( <i>Atta sexdens sexdens</i> L.) (B) provenientes de ninhos nas proximidades das parcelas um e dois (E); por lagartas (E e F) e outros minadores (D).....	188
Figura 15	Histogramas da distribuição do número de indivíduos	

adultos por classe diamétrica de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. referentes às parcelas de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m) alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	193
Figura 16 Árvores adultas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. infestadas por cupins arbóreos ( <i>Nasutitermes</i> sp) nas parcelas de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m) alocadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A e B), inclusive com exemplar tombado devido à ação da praga neste fragmento (C e D); e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (E e F) – Pernambuco.....	194
Figura 17 Histogramas da distribuição do número de indivíduos adultos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por subparcela nas unidades amostrais alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	196
Figura 18 Distribuição espacial dos indivíduos adultos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. nas parcelas com dimensão de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m) localizadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	197

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

	Página	
Tabela 1	Valores mínimos e máximos, médias e coeficientes de variação do comprimento, largura, diâmetro e espessura, em milímetro, de frutos e sementes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	70
Tabela 2	Valores mínimos e máximos, médias e coeficientes de variação da massa de matéria fresca (g) dos frutos e das sementes e do número de sementes por fruto, e por quilograma, de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	74
Tabela 3	Valores mínimos e máximos, médias e percentagens de sementes não-predadas e predadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. colhidas em dois fragmentos de Mata Atlântica de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco.....	77
Tabela 4	Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ ) de germinação das sementes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. provenientes de dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados em Recife e Camaragibe, Pernambuco, submetidas a três temperaturas constantes.....	80
Tabela 5.	Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ ) de germinação das sementes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. provenientes de dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados em Recife e Camaragibe, Pernambuco, submetidas a quatro regimes de luz.....	83

### CAPÍTULO II

Tabela 1	Dados microclimáticos registrados no viveiro florestal da UFRPE, durante o período de junho de 2008 a abril de 2009.....	101
Tabela 2	Dados médios de mudas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Altura da parte aérea, Comprimento da raiz principal e Altura total da muda, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.....	105
Tabela 3	Dados médios de mudas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Diâmetro do colo, Área foliar e Número de folhas por planta, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.....	109
Tabela 4	Dados médios de mudas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Biomassa do caulículo, Biomassa do sistema	

	radicular e Biomassa da folha, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.....	113
Tabela 5	Dados médios de mudas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Biomassa parte aérea, Biomassa total e Relação raiz/parte aérea, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.....	118

### CAPÍTULO III

Tabela 1	Dados higrotérmicos observados durante o período de junho de 2008 a março de 2009, nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco.....	144
Tabela 2	Localização geográfica e caracterização fenotípica das plantas matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. localizadas nos dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados na Região Metropolitana de Recife – PE, selecionadas em junho de 2008.....	146
Tabela 3	Levantamento do número de plântulas recrutadas e removidas sob copas de árvores matrizes de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. durante a estação chuvosa (junho e agosto de 2008) e de estiagem (janeiro e março de 2009), nos dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados na Região Metropolitana de Recife – PE.....	150
Tabela 4	Número total de plântulas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. distribuídas nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, após o quarto levantamento realizado em março de 2009; áreas dos quadrantes e número de indivíduos por unidade de área, para o fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – PE.....	157
Tabela 5	Número total de plântulas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. distribuídas nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, após o quarto levantamento realizado em março de 2009; áreas dos quadrantes e número de indivíduos por unidade de área, para o fragmento florestal Privê Vermont, Camaragibe – PE.....	158
Tabela 6	Classes de tamanho determinadas para cada parcela de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m) distribuída nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	170
Tabela 7	Distribuição de plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por classe de tamanho nas parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009.....	171
Tabela 8	Distribuição de plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por classe de tamanho nas parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas no fragmento florestal Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	172
Tabela 9	Tipo de distribuição espacial de plantas jovens de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. encontrado nas parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	180

Tabela10	Número total e percentual de plantas jovens não-predadas e predadas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por parcela e no total de parcelas alocadas nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	186
Tabela11	Valores médios de luminosidade (lux) obtidos durante os levantamentos de plantas jovens nas parcelas alocadas nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, no mês de outubro de 2009.....	189
Tabela12	Análise física das amostras compostas de solo coletadas nas parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m), distribuídas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	189
Tabela13	Análise química das amostras compostas de solo coletadas nas parcelas de 500 m <sup>2</sup> (20 m x 25 m), distribuídas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	190
Tabela14	Classes diamétricas dos indivíduos adultos determinadas para cada parcela de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m), distribuída nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	191
Tabela15	Distribuição de árvores adultas de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. por classe diamétrica nas parcelas de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	191
Tabela16	Tipo de distribuição espacial de indivíduos adultos de <i>Aspidosperma discolor</i> A. DC. encontrado nas parcelas de 5000 m <sup>2</sup> (50 m x 100 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009.....	198

LIMA, T. V. Distribuição espacial e aspectos ecofisiológicos de *Aspidosperma discolor* A. DC. em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa em Pernambuco, 2011. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientador: Luiz Carlos Marangon.

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os padrões biométricos de frutos e sementes, a influência térmica e luminosa no comportamento germinativo de sementes, o efeito da luz solar e do sombreamento sobre o crescimento de mudas e o comportamento ecofisiológico de plântulas, indivíduos jovens e adultos de *Aspidosperma discolor* A. DC. de duas populações situadas, respectivamente, no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, e Mata Privê Vermont, Camaragibe; fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas do Estado de Pernambuco. Nas aferições biométricas dos frutos foram determinados comprimento, largura, espessura, peso da massa fresca e número de sementes por fruto; enquanto das sementes foram obtidos diâmetro, espessura, peso de massa fresca e percentagem de predação por insetos. Para as análises do desempenho germinativo foram empregadas as temperaturas constantes de 25°C, 30°C e 35°C; e os espectros luminosos branco, vermelho, vermelho extremo e ausência de luz. Com relação ao crescimento, foram avaliados a altura dos caulículos, comprimento radicial, diâmetro dos coletos, área foliar, número de folhas e biomassa das partes aérea e subterrânea de mudas submetidas aos níveis de 0, 50, 70 e 90% de sombreamento em viveiro florestal. No contexto da dinâmica populacional, foram calculadas as taxas de natalidade, mortalidade e sobrevivência, bem como determinada a distribuição espacial de plântulas emergentes, sob as copas de árvores matrizes selecionadas, segundo as direções norte, sul, leste e oeste. Foram avaliados também a distribuição das classes de altura e padrão espacial de indivíduos jovens no interior de quatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m); a densidade populacional e distribuição das classes diamétricas e espacial dos indivíduos adultos em parcelas de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), alocadas nos fragmentos estudados. Realizou-se o diagnóstico dos grupos de insetos predadores da espécie mais efetivos ocorrentes nas duas áreas. Os resultados relacionados às características biométricas demonstraram que as médias do comprimento e espessura dos frutos e do diâmetro das sementes procedentes do fragmento Privê Vermont foram estatisticamente maiores, pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade, em relação às unidades reprodutivas coletadas na

Mata de Dois Irmãos. Para a largura média dos frutos, espessura média das sementes, pesos médios de massa fresca dos frutos e sementes e o número de sementes por fruto e por quilograma, de ambas as procedências, não foram verificadas divergências estatísticas pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. Constataram-se elevados percentuais de sementes atacadas por larvas dos lepidópteros *Lamprosema dorisalis* Walker e *Diaphania esmeralda* Hampson procedentes de Dois Irmãos (92,38%) e Privê Vermont (93,04%). Apesar do baixo desempenho germinativo, as sementes apresentaram maior taxa de germinação sob temperatura de 25°C, sendo totalmente danificadas quando expostas a 35°C. Com relação ao regime lumínico, verificou-se germinação das sementes de ambas as procedências na presença e ausência de luz, o que permite enquadrá-las como fotoblásticas preferenciais ou neutras. O desenvolvimento das mudas sob diferentes níveis de sombreamento apresentou crescimento da parte aérea superior à subterrânea; sendo, entretanto, constatado melhor resultado nas mudas de ambas as procedências submetidas ao sombreamento de 50%, o que permite classificar a espécie como ciófila facultativa. Os levantamentos das plântulas sob as copas das árvores matrizes confirmaram que as direções leste e oeste, nos dois fragmentos, congregaram a maior e menor concentração e densidade de indivíduos por unidade de área. Apesar das sementes aladas favorecerem a dispersão pelos ventos, o padrão de distribuição espacial agregado da espécie é consequência da barreira formada pela arquitetura e estrutura arbórea dos dois fragmentos, o que impede o maior fluxo da corrente de ar no interior de ambas as matas. Essa agregação de sementes e plântulas favorece a ação dos predadores sobre os indivíduos nas áreas pesquisadas. A maior concentração de plantas jovens, nos dois fragmentos, verificou-se na classe de tamanho inferior, enquanto a menor, na classe superior, revelando uma distribuição de densidade do tipo 'J' invertido. Foi verificado padrão de distribuição espacial do tipo agregado para as plantas jovens. Constatou-se para os indivíduos adultos uma distribuição diamétrica irregular, com maiores concentrações nas classes intermediária e superior em ambos os fragmentos, resultantes da forte predação dos insetos sobre a regeneração e do desmatamento, sobretudo, na Mata Privê Vermont. A distribuição espacial desses indivíduos revelou padrão agregado no fragmento de Dois Irmãos e uniforme no de Privê Vermont. Do total de 28 indivíduos adultos da espécie encontrados na parcela de 5000 m<sup>2</sup> instalada na Mata de Dois Irmãos, 28,57%

apresentaram infestações por cupins arbóreos (*Nasutitermes sp*); enquanto na Mata Privê Vermont, dos 16 indivíduos computados na unidade amostral de mesma área, 18,75% exibiram infestações por esses insetos.

Palavras-chave: características biométricas; plântulas; plantas jovens; indivíduos adultos

LIMA, T. V. Spatial distribution and ecophysiological aspects of *Aspidosperma discolor* A. DC. in two fragments of Dense Ombrophylous Lowland Forest in Pernambuco, 2011. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientador: Luiz Carlos Marangon.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the biometric features of fruits and seeds, the influence of the temperature and light on seed germination, the effect of sunlight and shade on seedling growth and ecophysiological behavior of seedlings, young plants and adults plants of *Aspidosperma discolor* A. DC. in two populations located respectively in the Mata de Dois Irmãos, Recife, and Mata Privê Vermont Camaragibe; fragments of Dense Ombrophylous Lowland Forest of the state of Pernambuco. In the biometric measurements of fruits were determined length, width, thickness, weight of fresh weight and number of seeds per fruit, while seeds measured the diameter, thickness, weight of fresh mass and percentage of predation by insects. For analysis of germination performance were used constant temperatures of 25°C, 30°C and 35°C, and the spectrum bright white, red, far red light and darkness. With regard to growth, we evaluated the height of the stems, the length of the roots, the diameter of the stem, leaf area, leaf number and biomass of shoots and roots of seedlings subjected to levels of 0, 50, 70 and 90% shading in a forest nursery. In the context of population dynamics, we calculated the birth rate, mortality and survival, and determined the spatial distribution of seedlings emerging under the canopy of parent trees selected according to the directions north, south, east and west. We also evaluated the distribution of height classes, the spatial pattern of seedlings within four plots of 500 m<sup>2</sup> (20 mx 25 m), the population density and distribution of diameter classes and spatial distribution of adults in plots of 5000 m<sup>2</sup> (50 mx 100 m), allocated in the sites studied. There was also the diagnosis group of predatory insects of the species occurring most effective in both areas. The results related to biometric features showed that the average length and thickness of the fruit and the average diameter of the seeds coming from the forest fragment Privê Vermont were higher, by the Mann-Whitney probability of 5% in relation to reproductive units collected in the forest fragment of Dois Irmãos. For the average width of fruit, seed thickness, average fresh matter weights of fruit and seeds and the number of seeds per fruit and per kilogram of both provenances, there were no statistical differences by the Mann-Whitney 5% probability. It was found high percentage of seeds attacked by larvae of Lepidoptera *Lamprosema dorisalis* Walker and *Diaphania esmeralda* Hampson

coming from the forest of Dois Irmãos (92.38%) and forest Privê Vermont (93.04%). Despite the low germination performance, the seeds had higher germination rate when exposed to temperatures of 25°C, being completely damaged when exposed to 35°. With respect to light regime, it was observed the occurrence of germination of seeds from both provenances in the presence and absence of light, which allows them to fit photoblastic preferred or neutral. The development of seedlings under different shade levels showed shoot growth above the ground, being, however, found better results in seedlings of both provenances subjected to shading of 50%, which classifies the species as ciófila optional. The surveys of seedlings under the canopy of parent trees confirmed that the east and west directions, the two fragments, assembled the largest and smallest concentration and density of seedlings per unit area. It was found that the seeds of the same species were winged and easily dispersed by winds showed aggregated spatial distribution pattern due to the barrier formed by the architecture and tree structure in both fragments, preventing the increased flow of air flow within both forests. This aggregation of seed and seedling predation favors on individuals in the areas surveyed. The highest concentration of young plants in two fragments, was found in lower class size, while the lowest in the upper class, showing a density distribution of type inverted 'J'. It was observed pattern of spatial distribution of aggregate for the young plants. It was found for adults an irregular diameter distribution, with higher concentrations in the middle and upper classes in both fragments, due to the strong predation of insects on the regeneration and deforestation mainly in the forest Privê Vermont. The spatial distribution of these individuals revealed a fragment of aggregate in Two Brothers and even in Privê of Vermont. From a total of 28 adult individuals of the species found on the plot of 5000 m<sup>2</sup> installed in Mata de Dois Irmãos, 28.57% were arboreal termite infestations (*Nasutitermes* sp), while the Mata Privê Vermont, the 16 individuals counted in the same sample unit area, 18.75% showed infestation by these insects.

**Keywords:** biometric features, seedlings, young individuals, adult individuals.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Favorecido pela vasta extensão territorial e pelos regimes climáticos regionais, o Brasil congrega os mais diversificados e importantes biomas terrestres. Esses biomas, apesar de historicamente serem alvos em potencial da devastação antrópica, resguardam inúmeras variedades biológicas (plantas, animais e microrganismos), das quais muitas endêmicas em seus sistemas ecológicos (GIULIETTI e FORERO, 1990; PEREIRA e ALVES, 2006).

Considerado o bioma brasileiro mais ameaçado do planeta, a Mata Atlântica foi a primeira floresta a ser explorada intensivamente desde o advento da colonização (DORST, 2001; LAGOS e MULLER, 2007).

O atual quadro de devastação da Mata Atlântica deve, sobretudo, à retirada sistemática, contínua e irracional da sua exuberante flora. Essa ação originou-se no Brasil colônia a partir da extração do pau-brasil, da retirada e uso de suas madeiras de diversas espécies para construção de cidades, aldeias, navios e engenhos, bem como pela fixação do homem, de modo concentrado, na faixa marítima em decorrência da facilidade de transporte (NEIMAN, 2002; BARBOSA, 2006).

A imensa pressão antrópica sobre esta formação vegetacional, ao longo desse período, que se caracterizou pelo extrativismo extensivo e agressivo, ceifou inúmeras espécies de potencialidades diversificadas e reduziu drasticamente o contingente populacional de outras tantas espécies de valor ecológico, econômico e social expressivos (LEITÃO FILHO, 1993).

Contrariamente ao Sudeste brasileiro, onde ainda é possível encontrar remanescentes de Mata Atlântica preservados em serras, graças à topografia íngreme que impede o uso de suas áreas para a expansão imobiliária e agricultura; a região Nordeste, face às profundas modificações ocasionadas pela ocupação e uso extensivo e intensivo de suas terras, apresenta esparsas e restritas áreas disjuntas deste bioma com certo grau de preservação (LEITÃO FILHO, 1993).

Estabelecido predominantemente nas unidades geomorfológicas dos Tabuleiros Costeiros, Planalto da Borborema, Chapada Diamantina e Chapadas Residuais, o bioma Mata Atlântica no Nordeste é dividido em formações denominadas de aluvial – quando localizada em áreas de planícies quaternárias -; terras baixas – situadas em altitudes inferiores a 100 m -; submontanas – entre 100 e 600 m de altitude – e montanas – entre 600 e 2000 m de altitude (BRASIL, 1983).

Entre os estados nordestinos originalmente influenciados pelo bioma Mata Atlântica, encontra-se o de Pernambuco com cerca de 1% da área total coberta por esse domínio vegetacional. Apesar da sua acentuada descaracterização fitofisionômica, sobretudo da formação ombrófila de terras baixas, este estado abriga espécies vegetais pertencentes a várias famílias de importância singular que, no contexto desse bioma, são consideradas chaves para a reposição e, principalmente, manutenção dos seus atuais remanescentes (SECTMA, 2002; NEIMAN, 2002; FERRAZ, 2002).

Dentre as famílias botânicas coexistentes na flora Atlântica de maior relevância econômica, tanto na produção madeireira quanto medicinal (REIS, 2008), encontra-se a Apocynaceae, que é constituída por cerca de 850 espécies subordinadas a aproximadamente 90 gêneros que habitam diversas formações vegetacionais distribuídas no Brasil (SOUZA e LORENZI, 2005).

Além da importância econômica de suas madeiras, o gênero *Aspidosperma* vem sendo alvo de vários estudos na área farmacológica que procuram comprovar as potencialidades alelopáticas das suas cascas no combate às infecções fúngicas, inflamações de útero e ovário, hipoglicemia, problemas estomacais, antitumorais, febre, reumatismo, malária, leishmaniose, hanseníase e anticonceptivo (OLIVEIRA et al., 2009; FERREIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2003; WENIGER et al., 2001; HENRIQUE et al., 2001).

Entre as espécies desse gênero que despertam interesses socioeconômicos, farmacológicos e ecológicos, destaca-se a *Aspidosperma discolor* A. DC., cujos indivíduos são encontrados, no Brasil, nas florestas pluviais – Amazônica e Atlântica – e florestas latifoliadas semidecíduas (LORENZI, 1992).

No Estado de Pernambuco, a *A. discolor*, vulgarmente conhecida por cabo-de-machado, tem por hábito formar populações cuja distribuição geográfica, a princípio, se enquadra na classificação de Payson (1970) como agregada. Embora a espécie seja citada, frequentemente, em trabalhos realizados sobre fitossociologia e composição florística das florestas pluviais e latifoliadas semidecíduas, portanto pesquisas de natureza sincológica, não há investigações profundas e minuciosas sobre comportamento silvicultural e ecofisiológico dessa espécie tanto no seu meio natural quanto em condições de laboratório e viveiro.

Segundo Almeida et al. (2005), o conhecimento da potencialidade de uso, fisiologia, manejo e produção são fundamentais para o processo de manutenção das

florestas e para o planejamento da restauração da cobertura vegetal original. Dentro desse contexto, torna-se imprescindível conhecer, entre as principais bases para o manejo sustentado de formações nativas, as características biométricas de frutos e sementes, os processos de germinação das sementes, visando desenvolver tecnologias de produção de mudas; e entendimento da dinâmica da regeneração natural.

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi estudar os aspectos biométricos e germinativos de unidades reprodutivas, bem como o comportamento do desenvolvimento inicial de indivíduos sob condições ambientais induzidas e a dinâmica populacional dos diferentes estádios ontogenéticos de *A. discolor* em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, a fim de gerar informações que contribuam para o uso da espécie em programas de enriquecimento e/ou reflorestamento.

Por envolver estudos desenvolvidos em segmentos ambientais ecologicamente distintos, o presente trabalho encontra-se dividido em três capítulos.

O primeiro capítulo, realizado em condições de laboratório, enfatiza as avaliações concernentes aos aspectos biométricos de frutos e sementes de *A. discolor* procedentes de duas populações encravadas em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa na Região Metropolitana do Recife. Descreve, também, o processo dinâmico da predação das unidades reprodutivas e os principais agentes predadores envolvidos nesta ação. Neste capítulo ainda é focado os testes experimentais sobre o comportamento da germinação de sementes da espécie submetidas à diferentes temperaturas e regimes de luz.

O segundo capítulo diz respeito ao acompanhamento do desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular de mudas de *A. discolor* sob exposição a diferentes níveis de sombreamento em condições de viveiro.

O terceiro capítulo analisa os processos dinâmicos da natalidade, mortalidade e sobrevivência de plântulas emergentes sob copas de árvores matrizes; bem como do comportamento da distribuição espacial e das características morfológicas relacionadas ao tamanho de indivíduos jovens e adultos da espécie nas duas populações selecionadas. Relata também sobre os processos predatórios e os possíveis agentes causais da predação e suas influências sobre as plantas da espécie.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações sobre *Aspidosperma discolor* A. DC.

#### 2.1.1. Caracterização Taxonômica

De acordo com Cronquist (1988), a espécie *Aspidosperma discolor* A. DC. pertence ao Gênero *Aspidosperma*, Família Apocynaceae, Ordem Gentianales, Classe Magnoliopsida, Divisão Magnoliophyta.

#### 2.1.2. Caracterização Dendrológica

Árvore de porte elevado, com média de 25 m de altura. O tronco apresenta acanalamentos profundos e irregulares, que dão aparência típica e inconfundível a espécie; revestido com casca de tonalidade castanho-clara quase esverdeada (Figura 1). Possui copa constituída por folhas simples, subcoriáceas, alternas elípticas ou oblongo-ovais, variando de 5 a 8 cm de comprimento por 3 a 4 cm de largura, apresentando pecíolos curtos de cerca de 1 cm de comprimento e rugosos, peninérvias com nervuras pouco visíveis. A face inferior da folha é glauco-cinéria, em decorrência da presença de pelos curtíssimos, enquanto a face superior é glabra de tonalidade verde-escura. Apresenta base aguda e o ápice obtuso ou raramente subacuminado, com bordos lisos, sub-revolutos. A floração ocorre entre setembro e dezembro e se caracteriza pela presença de flores pequeninas, brancas esverdeadas dispostas em cimeiras nas extremidades dos ramos. O fruto é do tipo folículo que congrega sementes discóides aladas facilmente disseminadas pelo vento. Já a madeira apresenta coloração amarela – clara, textura finíssima e de ótimo acabamento (TAVARES, 1959; LORENZI, 1992; SILVA et al., 2004).

#### 2.1.3. Distribuição Geográfica e Características Ecológicas

Considerada espécie neotropical da América do Sul, *A. discolor* encontra-se distribuída na Guiana Francesa e Brasil. De ocorrência abrangente em solos nacionais, indiferentes às condições edáficas de floresta estacional semidecidual, mata de galeria, mata alta inundável e mata de terra firme; expande-se pelas regiões Norte, na floresta Amazônica; Nordeste, nos estados do Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas e Bahia; Sudeste, em Minas Gerais; e Centro-Oeste, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso. Ecologicamente, enquadra-se como espécie semidecídua, heliófila ou esciófila (SILVA et al., 2006).

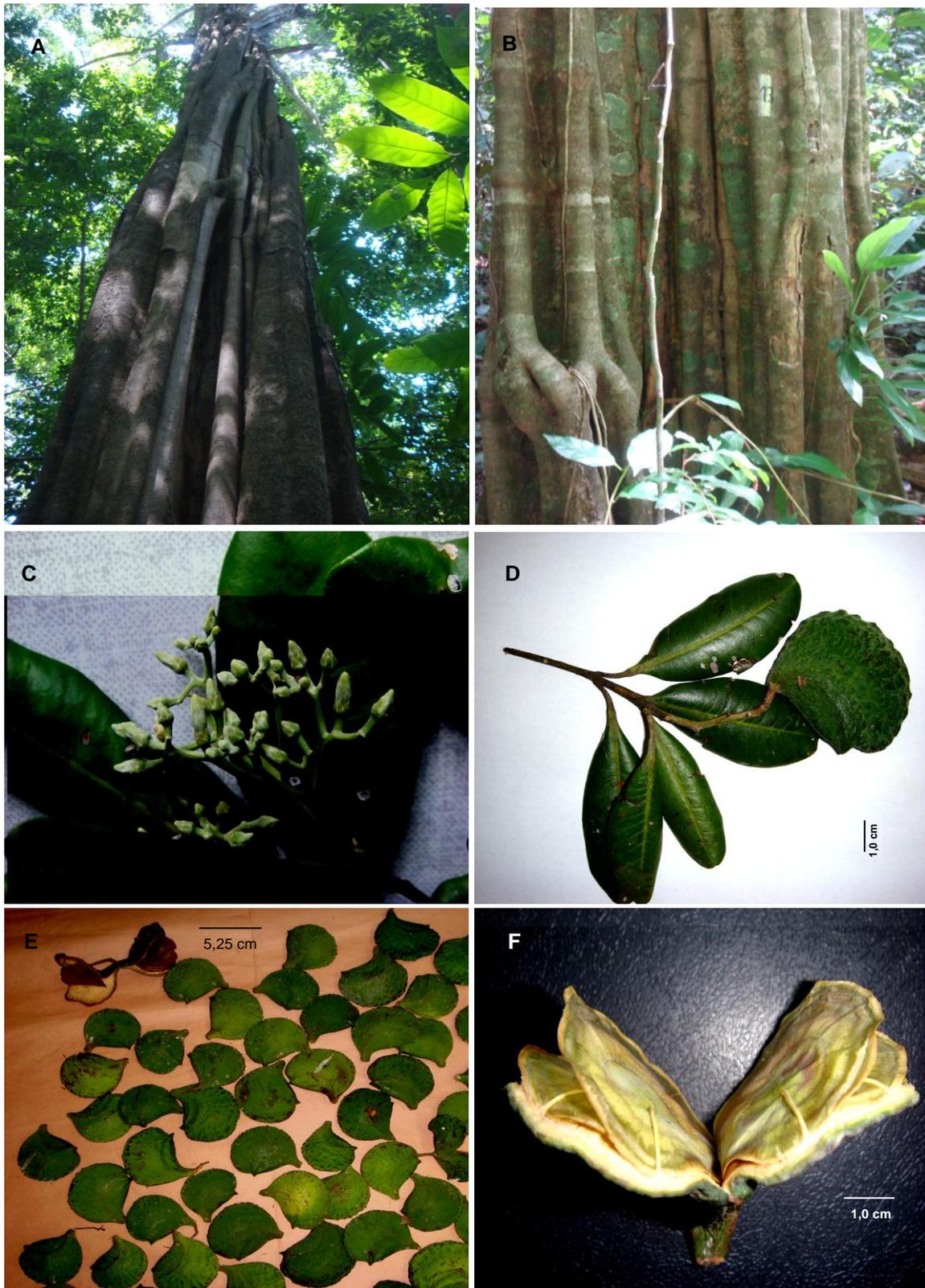


Figura 1. Detalhes morfológicos de *Aspidosperma discolor* A. DC.: exemplares adultos mostrando troncos com seus acanalamentos profundos típicos da espécie (A e B), inflorescências (C), ramo com fruto imaturo fechado (D), frutos pré - maduros fechados (E) e fruto aberto com sementes (F)

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

#### 2.1.4. Utilização da Espécie

Segundo Tavares (1959) e Lorenzi (1992), as características anatômicas da madeira de *A. discolor* favoreceram a sua aplicação na confecção de cabos de ferramentas, bem como no seu desdobramento em vigas, esteios, caibros e travas. A casca, por sua vez, é utilizada pela medicina popular visando o tratamento de malária e febre (SILVA et al., 2006). Por ser bastante ornamental, face à forma incomum de seu tronco – presença de acanalamentos profundos -, a árvore desta espécie apresenta potencial para o paisagismo. Suas características ecofisiológicas contribuem para relacioná-la em listas de essências nativas recomendadas para plantio misto destinado à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992; SILVA et al., 2006).

#### 2.2. Morfologia de Frutos e Sementes

Os estudos biométricos de frutos e sementes de espécies nativas assumem relevância uma vez que, na atualidade, a classificação das sementes por tamanho tem sido prática vigente para multiplicação das diferentes espécies vegetais sob condições controladas (ALVES et al., 2005). Essa tendência deve-se ao fato de que as características morfométricas das unidades reprodutivas vegetais proporcionam diferenciações entre espécies arbóreas tropicais pertencentes ao mesmo gênero, devido à ocorrência de grande variabilidade nos tamanhos dos frutos e das sementes, bem como, no número de sementes por fruto (CRUZ et al., 2001).

Essas variações biométricas verificadas nas unidades reprodutivas de essências arbóreas tropicais também são constatadas entre e dentro de populações de uma mesma espécie, em função do processo de adaptação dessas coortes a diferentes condições edafoclimáticas dos habitats naturais, responsáveis por alterações fenotípicas dos seus frutos e sementes e da sua própria constituição genética (BOTEZELLI et al., 2000; KAGEYAMA e GANDARA, 1993).

Ecofisiologicamente, os padrões biométricos de sementes são utilizados como um dos mecanismos utilizados para distinguir unidades reprodutivas de espécies pioneiras daquelas não pioneiras em florestas tropicais (SOUZA e VÁLIO, 2001; BASKIN e BASKIN, 1998).

Para Popinigis (1985) e Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes que durante sua fase de desenvolvimento foram bem nutridas, geralmente, apresentam

tamanho mais expressivo, inclusive são possuidoras de embrião bem constituído e com maior quantidade de substâncias de reserva, tornando-as mais vigorosas, o que aumenta a probabilidade de êxito no estabelecimento das plântulas. Enquanto sementes pequenas, segundo esses autores, apresentam menor vigor e baixa emergência de plântulas.

### 2.3. Germinação

Independentemente das influências exercidas pelos diferentes padrões biométricos sobre o vigor das sementes e o comportamento emergencial de plântulas, estudos sobre a germinação de unidades reprodutivas de espécies nativas são de extrema relevância, sobretudo quando se visa à preservação e utilização de plantas com potencialidades econômicas e de múltipla aplicabilidade no contexto social. Além do mais, estes estudos contribuem para incrementar de forma sustentada as possibilidades de exploração racional em futuros empreendimentos (PIÑA RODRIGUES e PIRATELLI, 1993; OLIVEIRA FILHO, 1994).

Embora seja consensual que a germinação de sementes é um processo biológico com participação efetiva de reações químicas, nas quais há desdobramentos e reorganizações de compostos orgânicos que permitem o eixo embrionário se desenvolver, há divergências quanto ao momento em que esse processo se consolida realmente. Para os botânicos, em geral, a germinação simplesmente é emergência da radícula através do tegumento; Já Carvalho e Nakagawa (2000) consideram esse evento fisiologicamente concluído quando a plântula tem condições de se desenvolver autotroficamente. Bewley e Black (1985), por sua vez, afirmam que o início e o término da emergência ocorrem com a embebição e alongação do eixo embrionário, respectivamente.

Apesar de ser um processo fisiológico comandado por fatores intrínsecos, a germinação de sementes também depende diretamente do conjunto de influências exercidas pelos aspectos físico-químicos do ambiente, ou fatores extrínsecos, essenciais para sua efetivação, como: água, luz, temperatura, gases, fatores químicos e agentes bióticos (BIONDI e LEAL, 2008; SOUSA et al., 2008).

Segundo Figliolia (2005), o estudo da ecofisiologia da germinação consiste em avaliarem-se as interações entre as funções orgânicas e os fatores ambientais envolvidos na emergência das plântulas e que estão diretamente relacionados com as características ecológicas das espécies.

Nesse processo interativo, verifica-se que os componentes externos ou mesológicos são detectados e decodificados pelas estruturas moleculares das sementes, possibilitando, assim, a ativação ou a inativação de compostos e/ou reações metabólicas diversas (CASTRO et al., 2004). Dentre os fatores mesológicos envolvidos nessa dinâmica, Carvalho e Nakagawa (2000) chamam atenção especial para a importância da luz e da temperatura, respectivamente.

## 2.4. Fatores Ambientais e a Germinação

### 2.4.1. Água

A água exerce papel preponderante no processo de desenvolvimento na medida em que a semente muda de um estado metabolicamente ativo para um inativo, após atingir a maturidade, por efeito da dessecação, retornando ao estado de metabolismo pleno durante a germinação (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

A ocorrência da germinação de sementes, que está na dependência direta da sua reativação metabólica, pode condicionar, ou não, o estabelecimento da futura planta no ambiente. Essa reativação dos processos metabólicos inicia-se com a disponibilidade de água no solo e a efetiva embebição por parte das sementes. Entretanto, essa absorção hídrica, que reidratará os tecidos embrionários e intensificará sua respiração impulsionando-o a germinação, só é possível se as características de permeabilidade do tegumento e das propriedades coloidais constituintes das sementes permitirem essa reidratação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; NASSIF et al., 1998).

Considerando-se a disponibilidade hídrica dos solos, em especial a das regiões tropicais, constata-se que a água subterrânea é a principal fonte de suprimento para a hidratação das espécies florestais (BRAGA et al., 2008).

Embora seja a água subterrânea a principal fonte hídrica, a velocidade de absorção é fator preponderante e varia de espécie para espécie, sendo condicionada não só pela disponibilidade da água, que pode oscilar desde a saturação até próximo de zero, como pela pressão hidrostática. Essa oferta de água e sua velocidade de fluxo para a semente são determinadas pela diferença de potencial hídrico entre a unidade reprodutiva e o meio (BITTENCOURT, 2002).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a absorção de água pelos diferentes tecidos da semente ocorre de forma distinta. Nesse contexto, observa-se que o tegumento, devido a sua maior consistência, absorve pouca quantidade de água quando comparado com o tecido de reserva, cuja capacidade de absorção é maior a tal ponto de funcionar como um reservatório a partir do instante que cessa a captação. Todavia, é o tecido meristemático, por ser responsável pelo crescimento, o que absorve as maiores quantidades de água.

Apesar de o tegumento restringir ou absorver menor quantidade de água, na realidade ele exerce papel regulador de entrada dessa substância na semente. Portanto, atua como uma barreira mecânica à difusão acentuada, desempenhando funções vitais necessárias para o bom desenvolvimento, manutenção, viabilidade e perpetuação da espécie no ambiente (LOPES et al., 2006).

Ecofisiologicamente, constata-se que a sensibilidade hídrica é inversamente relacionada ao tamanho das sementes, uma vez que a maior eficiência no processo de absorção verifica-se naquelas unidades menores, devido ao maior contato de sua superfície com o substrato (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

No caso específico das florestas tropicais, as sementes geralmente localizam-se na superfície do solo. Essa disposição espacial estabelece o balanço entre o ganho de umidade do solo e a perda por transpiração, determinando, assim, o momento em que a semente adquire umidade suficiente para iniciar a germinação. Esse contexto ecofisiológico pode determinar, inclusive, a extensão alcançada pela germinação, sobretudo de uma coorte de sementes instalada num sítio durante um período de tempo. Como a dinâmica de distribuição espacial de sementes nas florestas tropicais também permite que tais unidades possam ser cobertas pela serrapilheira ou parcialmente enterradas, verifica-se, nessas condições, uma possível melhoria no balanço hídrico entre o substrato e a semente, permitindo eventualmente total embebição do embrião (BASKIN e BASKIN, 1998).

Baskin e Baskin (1998), entretanto, alertam que as sementes recalcitrantes, aquelas com alto teor de umidade (30 a 70%) em sua fase de maturação; apresentam metabolismo contínuo e são passíveis de perderem a viabilidade antes de concretizar sua germinação quando em sítios onde se verificam redução de umidade abaixo de um determinado valor crítico ou quando submetidas a aquecimento pela insolação direta em áreas abertas (clareiras).

Contrariamente às recalcitrantes, as sementes ortodoxas, por possuírem um baixo conteúdo de umidade (15 – 20%), podem suportar gradientes de escassez hídrica quando expostas diretamente sobre solo desnudo, tolerando inclusive desidratação inferior a 5%, sem sofrer danos na sua viabilidade (BASKIN e BASKIN, 1998). Segundo esses autores, é comum se constatar germinação demorada nesse grupo de sementes enquanto não ocorrer aumento na umidade do solo.

Independentemente do teor de umidade intrínseco em que se enquadrem as sementes silvestres, condicionando-as a ter maior ou menor habilidade no processo de ativação de suas funções metabólicas, são as imposições ambientais, sobretudo as tensivas, que determinarão a sua capacidade de efetivar a germinação. Capacidade essa conhecida por plasticidade fenotípica (NOVOPLANSKY, 2002).

#### 2.4.2. Luz

Parte visível da radiação solar, a luz é considerada uma dos principais fatores ambientais por exercer importância substancial no controle da germinação (LIMA et al., 2007).

Segundo Nassif et al. (1998), no que diz respeito à sensibilidade luminosa, há uma ampla variação às respostas germinativas. Dessa forma, detectam-se na natureza sementes que só germinam quando submetidas à extensa exposição à luz, já outras a uma breve exposição. Além dessas, encontram-se ainda àquelas indiferentes à luminosidade, as que germinam no escuro e as que necessitam de um longo ou curto fotoperíodo diário.

Dentro desse contexto, observa-se que a luminosidade, apesar de sua importância no evento germinativo, nem sempre é fator indispensável e limitante nesse processo, pois há espécies produtoras de sementes cuja germinação é efetivada na presença da luz branca, portanto classificadas como fotoblásticas positivas; outras produzem unidades reprodutivas que germinam na ausência de luz branca, sendo enquadradas como fotoblásticas negativas; e as geradoras de sementes que se comportam indiferentemente à presença ou ausência da luminosidade, logo incluídas como fotoblásticas neutras ou afotoblásticas (MARCOS FILHO, 2005; FERREIRA e BORGHETTI, 2004; RIZZINI, 1997; POPINIGIS e SANTOS, 1990).

Para Piña Rodrigues (1990), espécies florestais pioneiras e secundárias iniciais são fotoblásticas e, portanto, para germinar requerem um equilíbrio entre a

intensidade de luz vermelha e vermelho longo; enquanto secundárias tardias e climácicas, por pertencerem aos estádios mais avançados da sucessão, podem germinar, ou não, na presença da radiação direta. Essa assertiva se assemelha com a posição de Ferreira e Borghetti (2004), pois asseveram que sementes de espécies cujo desenvolvimento ocorre sob dossel ou cobertura vegetal densa geralmente germinam com baixíssima intensidade luminosa, enquanto sementes de espécies típicas de ambientes abertos (grandes clareiras ou áreas sem vegetação) exigem quantidades relativamente expressivas de luz para emergirem.

Essa forma de se agrupar sementes considerando sua capacidade germinativa em função da ocorrência ou não da luminosidade vem gerando contradições, ao longo do tempo, pois estudos têm comprovado que várias espécies heliófilas germinam também no escuro. Baseado nessas constatações, Klein e Felipe (1991) separaram as espécies fotoblásticas positivas em preferenciais, quando há alguma evidência de germinação no escuro; e absolutas, quando inexistente germinação na ausência da luz.

A sensibilidade das sementes detectarem alterações na luminosidade ambiental está diretamente relacionada à presença de pigmentos fotorreceptores denominados de fitocromos. Esses pigmentos se expressam sob duas formas: uma ativa (F<sub>ve</sub>), resultante da exposição do estado inativo do fitocromo (F<sub>v</sub>) a radiações na faixa de 660 nm; outra inativa (F<sub>v</sub>), decorrente da exibição da forma ativa do fitocromo a 730 nm (luz V<sub>e</sub>), ou a permanência do mesmo no escuro. A condição ativa do fitocromo possibilita a síntese e concentração suficiente do hormônio giberelina, responsável pela ocorrência da germinação. Contrariamente, o fitocromo inativo sintetiza o ácido abscísico, o qual inibe o processo germinativo das sementes (MARCOS FILHO, 2005; FLOSS, 2004).

Esse processo fisiológico dinâmico desenvolvido pelos pigmentos fotorreceptores induziu a Takaki (2001) a propor a substituição do conceito do fotoblastismo pelas formas controladoras da germinação por meio do fitocromo, uma vez que todas as sementes possuem esse pigmento.

A luz, entretanto, não só influencia as sementes e/ou outras estruturas do vegetal, é capaz também de modificar o comportamento de outros fatores ambientais, entre estes a temperatura, intensificando, ou não, seus efeitos (POPINIGIS e SANTOS, 1990).

### 2.4.3. Temperatura

Ferraz-Grande e Takaki (2001) salientam que há espécies cujas sementes são insensíveis à incidência de radiação, porém germinam sob temperaturas relativamente altas, favorecendo a sua ocorrência tanto em ambientes de clareiras quanto sombreados pela vegetação.

Para Barbosa et al. (1990), o fator temperatura é crucial para a germinação e está, estreitamente, vinculado às características ecológicas da espécie vegetal. Já Carvalho e Nakagawa (2000) consideram que, além de agir na velocidade de absorção hídrica por parte da planta, a temperatura influi no total, na velocidade e na uniformidade de germinação.

Segundo Deen et al. (1998), a temperatura deve ser considerada o fator ambiental mais importante em meios úmidos, devido a sua capacidade de controlar a germinação de sementes de várias espécies típicas de solos com essas características.

Independente do grau de importância assumido pela temperatura, Carvalho e Nakagawa (2000) alertam que a germinação só se processa dentro de limites térmicos nos quais sobressai a temperatura adequada onde se verifica a maior eficiência de emergência de plântulas.

Floss (2004) denomina esses limites térmicos específicos de pontos cardeais e os identifica por meio da temperatura mínima, quando abaixo da qual, os processos metabólicos e fisiológicos são paralisados devido à inibição enzimática; da temperatura máxima, aquela em que, uma vez superada, as atividades metabólicas e fisiológicas cessam devido à desnaturação enzimática; e pela temperatura ótima, considerada ideal para o metabolismo e a fisiologia da estrutura orgânica.

Além de corroborar com as opiniões de Carvalho e Nakagawa (2000) e Floss (2004), Marcos Filho (2005) acrescenta que a velocidade, a porcentagem e a uniformidade da germinação são influenciadas pelas oscilações da temperatura. Nessas variações térmicas, entretanto, há uma faixa ideal ou ótima, na qual a germinação da semente se expressará com o máximo potencial num menor espaço de tempo, devido à combinação eficiente entre a velocidade e porcentagem de emergência.

Segundo Felipe e Silva (1984), os mais significativos percentuais de germinação para a maioria das espécies vegetais concentram-se entre 20 e 30°C. Entretanto, só as espécies com ampla distribuição geográfica – euritópicas –, ou que são adaptadas às grandes oscilações de temperatura no seu ambiente, produzem sementes com capacidade para iniciar sua germinação numa faixa extensa de temperatura (LARCHER, 2000).

Marcos Filho (1986) e Popinigis (1985), entretanto, argumentam que temperaturas elevadas são drásticas para a germinação de sementes de inúmeras espécies porque elas podem desestabilizar enzimas, causar modificações fisiológicas nas sementes, ou tornar o oxigênio insolúvel, aumentando sua exigência e acelerando a velocidade respiratória dessas unidades reprodutivas.

Já a redução térmica, de acordo com Marcos Filho (2005), ocasiona modificações na dinâmica da velocidade de embebição e na mobilização de reserva. Como consequência, haverá decréscimo na velocidade de emergência e o sistemático aumento da sensibilidade das sementes aos fatores adversos do ambiente, mais especificamente, aos microrganismos patogênicos, que impedirão o estabelecimento das plântulas.

## 2.5. Ecofisiologia de Espécies Florestais Nativas

Uma das grandes dificuldades detectadas na recuperação de ambientes degradados é a escassez de conhecimentos relacionados às espécies autóctones florestais, uma vez que não há pesquisas sistemáticas sobre comportamento ecofisiológico desses táxons que possam auxiliar a compreensão mais acurada das suas reais exigências nos diferentes estádios de seu desenvolvimento. Portanto, tornam-se cruciais os estudos que destaquem, sobretudo, as necessidades de água, luz, temperatura e nutrientes dessas espécies (ENGEL, 1989; PINTO et al., 1993; CANCIAN e CORDEIRO, 1998).

Os estudos ecofisiológicos, entretanto, devem ser direcionados pela classificação dos grupos ecológicos das plantas que, segundo Denslow (1980) e Macedo (1993), engloba as espécies pioneiras – as que ocupam grandes clareiras cujas sementes germinam sob condições de alta temperatura e/ou luminosidade -; as secundárias e oportunistas ou intermediárias – cujo desenvolvimento ocorre sob sombreamento parcial, mas necessitam de certo comprimento de luz favorável ao

seu crescimento e reprodução - e as climáticas – aquelas que se estabelecem sob condições de sub-bosque, portanto, crescem lentamente devido ao sombreamento.

Espécies pioneiras têm por característica produzir frutos e sementes de pequenas dimensões e leves, mas em grande quantidade, que são facilmente dispersadas pelo vento e por pequenos dispersores, geralmente da avifauna. Já espécies climáticas desenvolvem frutos e sementes maiores com maior quantidade de reservas, porém em menor número, cuja disseminação ocorre, freqüentemente, por gravidade e animais maiores. Geralmente as sementes desse grupo requerem taxa de umidade elevada para dar início à germinação que pode se concretizar sob o dossel em condições de baixa relação vermelho/infravermelho, logo após a disseminação (BRANCALION et al., 2009; RESSEL et al., 2004; FERRETI, 2002; FERRETI et al., 1995).

Estudos relacionados com o comportamento germinativo das sementes e, principalmente, com o estabelecimento de plântulas das espécies florestais assumem papel preponderante no contexto ecológico. Entretanto, as avaliações efetivas sobre bancos de sementes e a fixação de plântulas atualmente são canalizadas para a incidência de espécies pioneiras que ocupam clareiras abertas antropicamente. Dando-se, portanto, pouca ênfase aos estudos sobre estabelecimento de plântulas na comunidade florestal, onde se concretiza a regeneração de espécies secundárias tardias e climáticas (DENSLOW e GOMES DIAZ, 1990; LIEBERMAN, 1996).

Em sistemas ecológicos florestais de baixa latitude, a luminosidade é fundamental para organizar os padrões de distribuição espacial e temporal das plantas segundo sua necessidade lumínica, uma vez que tal fator é responsável na definição da estratégia de crescimento e regeneração das plantas (ENGEL, 1989). Nesses sistemas, a profusão de sinúsias, ou estratos, determina diferentes pontos de compensação que definem as potencialidades de sobrevivência das plantas nessas camadas (INOUE, 1980).

Embora o sombreamento antropizado seja metodicamente planejado, não perde sua validade quando há interesses precípuos que visem avaliar as necessidades lumínicas das espécies produzidas em condições de viveiro. Essa prática artificial, além de gerar conhecimentos sobre a capacidade de tolerância à sombra das espécies, possibilita selecionar diferentes níveis de intensidade luminosa capazes de homogeneizar a germinação de sementes e desenvolvimento

de mudas nativas, fundamentais na determinação do padrão de sistemas silviculturais a serem utilizados tanto no manejo florestal quanto em programas de recuperação de áreas degradadas (KIAMA e KIYIAPI, 2001; ENGEL, 1989).

Dentre os parâmetros frequentemente avaliados em mudas conduzidas em viveiro encontram-se a altura da parte aérea, área foliar e diâmetro do coleto. Essas medições podem ser concretizadas pelo método não destrutivo – quando as medidas são efetivadas diretamente na planta, sem retirá-la do ambiente para diagnóstico, portanto, além de preservar sua integridade, permite novas avaliações no mesmo indivíduo - e destrutivo – quando as medições são realizadas após remoção da estrutura da sua área de origem, não permitindo novas mensurações da planta. Nesse contexto, podem ser avaliados o comprimento e o peso seco radicular, peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca total e a proporção de matéria seca raiz/parte aérea (ADAMI et al., 2008; GOMES e PAIVA, 2004, STURION e ANTUNES, 2000).

Embora esses parâmetros relacionados ao crescimento de mudas sejam acompanhados e avaliados, frequentemente, em trabalhos científicos (FONSECA et al., 2002; RAMOS et al., 2004; ALMEIDA et al., 2005; ORTEGA et al., 2006), as variáveis morfológicas mais utilizadas para classificá-las e selecioná-las são a altura da parte aérea, pois, além de fácil obtenção, sempre foi usada para aferir o padrão de qualidade de mudas produzidas em viveiros e predizer a evolução do desenvolvimento dessas no campo; o diâmetro do coleto, também facilmente mensurável, inclusive considerado por vários autores imprescindível para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo; e o peso da matéria seca da parte aérea, por ser o principal indicador da rusticidade e correlacionar-se diretamente com a sobrevivência e desempenho da muda após plantio no campo (GOMES e PAIVA, 2004; MEXAL e LANDIS, 1990).

De acordo com Larcher (2000) e Scalon e Alvarenga (1993), apesar do crescimento do sistema radicular ser influenciado indiretamente pela luminosidade, sua evidência é rápida, pois decorre de um processo de retroalimentação positiva, na qual as raízes dependem de assimilados da porção aérea e esta necessita do fornecimento de água e sais minerais absorvidos pela parte subterrânea; o que garante o mínimo de equilíbrio entre ambos os segmentos, de tal forma que um não restringe o desenvolvimento do outro.

A área foliar, considerada a mais importante fração da parte aérea, é o parâmetro de maior utilização no processo de avaliação da tolerância ou não das espécies ao sombreamento. Nesse contexto, as plantas esciófilas ou de sombra para assegurar um aproveitamento mais eficiente das baixas intensidades luminosas no interior de florestas tropicais induzem o aumento da superfície fotossintética como resposta a insuficiência lumínica, compensando assim as reduzidas taxas de fotossíntese por unidade de área foliar (GRAÇA, 1983).

Os parâmetros morfológicos representados pelas porções aérea e subterrânea das plantas, em consonância com os fisiológicos, são imprescindíveis para determinar a capacidade de abrangência estrutural da população de uma espécie no contexto da comunidade vegetal. Nesse sentido, Pires – O'Brien e O'Brien (1995) enfatizam que as estruturas fundamentais de uma população, reveladoras do comportamento da sua distribuição espacial dentro de um ecossistema, são a horizontal, expressa pela abundância de indivíduos no ambiente; e a vertical, definida pela altura dos indivíduos da espécie no conjunto comunitário.

Segundo Kageyama (1987), as informações relacionadas à estrutura e a dinâmica da população de uma espécie são imprescindíveis para diagnosticar as forças seletivas atuantes sobre os indivíduos que a constituem, possibilitando a compreensão dos padrões de regeneração natural e equilíbrio populacional.

Sob o ponto de vista ecológico, a regeneração natural é avaliada tanto pela sua concepção dinâmica quanto estática. No aspecto dinâmico, corresponde a renovação ou o restabelecimento periódico do patrimônio florístico das coberturas vegetacionais, circunstanciada por fatores bióticos e abióticos espontâneos. Já na visão estática, diz respeito ao número de indivíduos jovens de uma dada população por unidade de área, que se encontram abaixo de determinado porte e que ainda não atingiram idade reprodutiva (ROLLET, 1969).

Segundo Holl e Kappelle (1999), Toriola et al. (1998), Parrota (1993) e Augspurger (1984), dentre os fatores bióticos e abióticos que influem no processo dinâmico da regeneração natural de espécies nas florestas tropicais; os mais sobressalentes são o tipo e a amplitude de distúrbios ambientais que promovem aberturas de clareiras, a existência e proximidade das fontes produtoras de propágulos, a disponibilidade e capacidade de intercessão dos agentes dispersores, a mortalidade de sementes em processo de germinação e de plântulas ocasionadas por herbívoros, patógenos e predadores; a alelopatia, a competição interespecífica e

intraespecífica, as condições físico-químicas do solo e as condições microclimáticas do ambiente, em particular a qualidade e quantidade de radiação solar que atinge os estratos inferiores e a serrapilheira da floresta, fazendo com que as espécies respondam de forma diferenciada quanto à sua capacidade de regeneração (PRIMACK e LEE, 1991).

Janzen (1970) afirma que a manutenção das riquezas taxonômicas florestais nos trópicos está diretamente atrelada à capacidade de resposta diferenciada das espécies vegetais em tolerar, por meio da sua regeneração natural, os distúrbios ambientais, como por exemplo, a abertura abrupta de grandes clareiras; e serem distintamente susceptíveis as investidas de patógenos, herbívoros e predadores. Para o autor, esse comportamento reduz substancialmente a exclusão competitiva dentro da comunidade, o que contribui significativamente na expressiva diversidade apresentada por tais formações vegetacionais.

Entretanto, o próprio Janzen (1970) e outros autores, dentre os quais Veblen (1992), admitem que o maior ou menor sucesso das espécies tropicais em manterem-se no patrimônio dinâmico da regeneração natural, para dar sustentação aos estádios ontogênicos posteriores, depende do alcance da dispersão de seus propágulos. Para esses autores, sementes dispersadas e recrutadas nas proximidades das plantas matrizes, elevando substancialmente a densidade do banco de sementes, são vulneráveis às investidas dos patógenos, herbívoros e predadores; por consequência, verifica-se aumento expressivo na taxa de mortalidade dessas unidades reprodutivas e das plântulas aí emergidas.

Harper (1981) e Sampaio (2006), entretanto, sustentam a hipótese de que, independentemente das proximidades verificadas entre as sementes e suas plantas matrizes, a regeneração natural é a fase mais crítica do ciclo de vida das espécies vegetais, pois é nela que se detectam as taxas de mortalidade mais elevadas. Esse autor afirma também que quanto maior a permanência dos indivíduos regenerantes nos estádios iniciais de desenvolvimento, mais susceptíveis serão às adversidades ambientais.

Já no caso específico da regeneração natural estática, Finol (1971) defende a proposição de que progênies de plantas arbóreas só fazem parte da regeneração natural quando se encontram entre 0,10 m de altura até o limite de 10 cm de diâmetro à altura do peito. Já Rollet (1978) e Volpato (1994) propõem que os

indivíduos enquadrados nesse estágio devam apresentar diâmetro à altura do peito inferior a 5 cm.

Por se tratar de um complexo vegetacional tropical, onde se encontram consolidadas a riqueza e a equitabilidade das categorias biológicas, apesar de todo processo de fragmentação a que foi submetida, a Floresta Ombrófila Densa também se caracteriza por apresentar potencial de regeneração natural das suas espécies variável no espaço e no tempo; o que lhe permite promover de forma bastante eficiente e sistemática a restauração parcial, e até mesmo total, da vegetação dos fragmentos remanescentes (RODRIGUES, 1999).

Essa capacidade de autorrenovação é conhecida por resiliência ecológica e resulta da combinação de dois fatores preponderantes responsáveis pela manutenção desse bioma: o componente real e o componente potencial. O primeiro representado pelos indivíduos das espécies presentes no ambiente, e o segundo, pelas sementes e propágulos depositados no substrato da formação vegetacional (RODRIGUES, 1999; JARDIM et al., 1993).

Segundo Pimm (1991), a resiliência reflete a maior ou menor capacidade que um determinado sistema ecológico apresenta no sentido de retomar seu equilíbrio dinâmico depois de submetido à perturbação ou flutuações internas resultantes de distúrbios naturais ou antrópicos. Esse equilíbrio dinâmico é mantido por meio de processos sucessionais, nos quais a regeneração natural no tempo e no espaço deve apresentar certo nível de estabilidade caracterizada pela resiliência, persistência, resistência e variabilidade, respectivamente.

Kageyama et al. (1989), entretanto, alertam que a regeneração natural pode sofrer interferências intrínsecas e extrínsecas que dificultem o processo dinâmico de sua evolução e desenvolvimento. Nesse aspecto, ficam evidentes que, resiliência insuficiente, capacidade de regeneração comprometida e frequência e intensidade de perturbação sofrida pelo ambiente são os principais fatores restritivos do estabelecimento da espécie em formações vegetacionais.

Essas dificuldades impostas à dinâmica da regeneração natural de florestas tropicais, embora não sejam sistemáticas, interferem diretamente na composição das espécies que farão parte do mosaico vegetacional dessas florestas, pois, na ótica de Cook (1979), provocam mortalidade relativamente intensa no plantel de indivíduos jovens, principalmente no estágio de plântulas, provenientes dessas espécies da comunidade.

De acordo com Seitz e Jankovski (1998), a regeneração natural é a maneira mais antiga e espontânea de renovação da floresta. Desse modo, as formas de vida são dotadas de mecanismos que favorecem sua perpetuação no sistema ecológico. No caso específico das essências arbóreas, esses autores consideram a regeneração natural processo relevante na evolução de tais formas biológicas, pois está diretamente correlacionada com o meio e a comunidade onde essas essências se desenvolvem e evoluem.

Embora essa correlação ecobiótica seja considerada processo dinâmico contínuo e plenamente ajustado entre os componentes bióticos e abióticos envolvidos, a regeneração natural das espécies vegetais na floresta tropical se caracteriza por ser um mecanismo de reposição de progênies bastante prolongado e complexo; pois está na dependência direta da abundância das espécies, da composição florística da comunidade e da estrutura vertical e horizontal da floresta (SZWAGRZYK et al., 2001; OLIVEIRA, 1995).

Em síntese, várias são as formas que consolidam a regeneração natural das espécies, sobretudo nas formações vegetacionais tropicais, dentre as quais, encontram-se as chuvas de sementes, os bancos de sementes e bancos de plântulas oriundas da reprodução sexuada ou assexuada por rebrotamento ou emissão de raízes de indivíduos danificados (CIRNE e SCARANO, 1996; GARWOOD, 1989).

### 3. REFERÊNCIAS

- ADAMI, M. et al. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1053 – 1058, 2008.
- ALMEIDA, L. S. et al. A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323 – 329, 2005.
- ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 29, n. 6, p. 877 – 885, 2005.
- AUGSPURGER, C. K. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light gaps and pathogens. **Ecology**, Washington, v. 65, n. 6, p. 1705 – 1712, 1984.
- BARBOSA, J. M. et al. Influência de substrato e temperaturas na germinação de sementes de duas frutíferas silvestres. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 66 – 73, 1990.
- BARBOSA, L. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo**: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. 129 p.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press. 1998. 666 p.
- BITTENCOURT, M. L. C. **Condicionamento osmótico de sementes de aspargo** (*Asparagus officinalis* L.). 2002. 108f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation of germination**. New York, Springer – Verlag. v. 2. 1985. 306 p.
- BIONDI, D.; LEAL, L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 245 – 248, 2008.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9 – 18, 2000.
- BRAGA, L. F. et al. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 157 – 163, 2008.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentado na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Lerf/Esalq: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 14 – 23.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. RADAMBRASIL. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. **Folha SD. 24** – Salvador. Rio de Janeiro, nº 24. 1983. 620 p.

CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 367 – 372, 1998.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funesp, 2000. 588 p.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51- 67.

CIRNE, P.; SCARANO, F. R. Rebrotamento após fogo de *Andira legalis* (Leguminosa) em restinga fluminense. In: MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H.; DIAS, F. S. Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. **Anais do Simpósio Impacto das queimadas sobre os ecossistemas e mudanças globais**. UnB – ECL, Brasília. 1996.

COOK, R. E. Patterns of juvenile mortality and recruitment in plants. In: SOLBRIG, O. T.; JAIN, S.; JOHNSON, G. B.; RAVEN, P. H. Topics in plant population. **Biology**, Columbia University Press, New York, p. 207 – 231, 1979.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2.ed. New York: The New York Botanical Garden, 1988. 555 p.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161 – 165, 2001.

DEEN, W.; HUNT, T.; SWANTON, C. J. Influence of temperature, photoperiod, and irradiance on the phenological development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 555 – 560, 1998.

DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain Forest trees. **Biotropica**. Washington. v. 12. p. 47 – 55, 1980.

DENSLOW, P. Y.; GOMEZ DIAZ, A. E. Seed rain to tree fall gaps in a neotropical rain forest. **Canadian Journal of Forest Research**, British, v. 20. 1990. p. 642 – 648.

DORST, J. **Antes que a natureza morra**. São Paulo: Edgard Blücher. 2001. 394 p.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo.

FELIPPE, G. M.; SILVA, J. C. S. Estudos de germinação em espécies de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 7. n. 2. p. 157 – 163, 1984.

FERRAZ, E. M. N. **Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de Floresta Ombrófila Montana em Pernambuco, Nordeste do Brasil**. 2002.146f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FERRAZ-GRANDE, F. G. A. ; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosæ). **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v. 44. n. 4, p. 401 – 404, 2001.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, I. C. P. et al. Anti-leishmanial activity of alkaloidal extract from *Aspidosperma ramiflorum*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 99, n. 3, p. 325 – 327, 2004.

FERRETI, A. R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 21 – 26.

FERRETI, A. R. et al. Classificação de espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73 – 77, 1995.

FIGLIOLIA, M. B. **Ecologia da germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu) – Fabaceae em viveiro e sob dossel de floresta ombrófila densa, São Paulo, SP**. 2005. 126f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro.

FINOL, U. H. Nuevos parâmetros a considerarse en el análises estructural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v. 14, n. 21, p. 29 – 42, 1971.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004. 536 p.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 26, n. 4, p. 515 – 523, 2002.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press. 1989. p. 149 – 210.

GIULIETTI, A. M. ; FORERO, E. Diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro v. 4, n.1, p. 3 -10, 1990.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p. (Caderno Didático).

GRAÇA, M. E. C. **Influence of light intensity on growth, nodulation and nitrogen fixation of selected woody actinorhizal species**. 1983. 109 f. Purdue. (Doctor of Physiology Thesis) - Purdue University.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press. 1981. 892 p.

HENRIQUE, A.T.; KERBER, V.A.; MORENO, P.R.H. Alcalóides: generalidades e aspectos básicos. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFSC. 2001. p. 651 – 666.

HOLL, K. D.; KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 14, n. 10, p. 378 – 379, 1999.

INOUE, M. T. Photosynthesis and transpiration in *Cedrella fissilis* Vell., seedlings in relation to light intensity and temperature. **Turrialba**: San Jose. v. 30. n. 3. p. 280 – 283, 1980.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalists**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501 – 527. 1970.

JARDIM, F. C. S. VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, A. L. **Dinâmica de sucessão natural em clareiras de florestas tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. (Documento SIF, nº 10).

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3, São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1993. p. 1-9.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. 1989, Campinas, SP. **Anais**: Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. p. 130 – 143.

KAGEYAMA, P. Y. Conservação 'in situ' de recursos genéticos de plantas. In: INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – Ipef. Piracicaba: Esalq/USP, n. 35, p. 7 – 37. 1987.

KIAMA, D.; KIYIAPI, J. Shade tolerance and regeneration of some tree species of a tropical rain forest in Western Kenya. **Plant Ecology**. Berlim, v.156, n. 2, p. 183 – 191, 2001.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 955 – 966, 1991.

LAGOS, A. R.; MULLER, B. L. A. Hotspot brasileiro Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente**, Duque de Caxias, v. 2, n. 2, p. 35 – 45, 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Rima Artes e Textos. São Carlos, São Paulo. 2000. 531 p.

LEITÃO FILHO, H. F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Campinas, São Paulo: Editora da Universidade de Campinas, 1993. 184 p.

LIEBERMAN, G. H. M. Demography of tropical seedlings: a review. In: SWAINE, M. D. **Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings**. Unesco/Parthenon, Paris/Carnforth. 1996. p. 131 – 139.

LIMA, M. L. S. et al. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de alfavaca (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 20, n. 4, p. 31 – 33, 2007.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. P. Tratamento para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Osmosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 30, n. 2, p. 171 – 177, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 1992. 352p.

MACEDO, A.C. **Revegetação matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal. 1993. 24 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill. 1986. 223 p.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM – 200, 1990, Roseburg. Proceedings. Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17 – 35.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Piracicaba: Ipef/LCF/Esalq/USP, Informativo Sementes, Abril – 1998. Disponível em: <<http://ipef.br/sementes/>> Acesso em: 09 dez. 2009.

NEIMAN, Z. **Era verde: ecossistemas brasileiros ameaçados**. 21 ed. São Paulo: Atual, 2002. 103 p.

NOVOPLANSKY, A. Developmental plasticity in plants: Implications of non-cognitive behavior. **Evolutionary Ecology**, Dordrecht, v. 16, n. 3, p. 177 – 188, 2002.

OLIVEIRA, F. Q. et al. Potencial das plantas medicinais como fonte de novos antimaláricos: espécies indicadas na bibliografia etnomédica brasileira. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 23 – 31, 2003.

OLIVEIRA, L. C. Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária do estado do Pará. 1995. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciência Biológica) – Universidade Federal do Pará, Belém.

OLIVEIRA, V. B. et al. Atividade biológica e alcalóides indólicos do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae): uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 92 – 99, 2009.

OLIVEIRA FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programa de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 113 – 117, 1994.

ORTEGA, A. R. et al. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p.300 – 308, 2006.

PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems”. In: LIETH, H.; LOHMANN, M. **Restoration of tropical forest ecosystems**. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 63 – 73.

PAYANDEH, B. Comparison of methods for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, Bethesda, v. 16, n. 3, p. 312 – 317, 1970.

PEREIRA, M. S. ; ALVES, R. R. N. Composição florística de um remanescente de Mata Atlântica na área de proteção ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p.357 – 366, 2006.

PIMM, S. L. **The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities**. University of Chicago Press. 1991. 434 p.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, B. de A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília – DF: Abrates, 1993. p. 47 – 81.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M. Germinação de sementes de *Tabebuia cassinoides* (Lam) DC. sob diferentes condições de luz. Brasília: **Informativo Abrates**, v. 3, n. 3. 1990. p. 118.

PINTO, A. M.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella* (Meissn.) Korterm). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 4, p. 397 – 404, 1993.

PIRES – O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP/Serviço de Documentação e Informação, 1995. 400 p.

POPINIGIS, F.; SANTOS, D. S. B. **Fisiologia da semente**. Brasília: MEC/Abeas. 1990. 104 p. (Curso de especialização por tutoria à distância).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

PRIMACK, R.B.; LEE, H. S. Population dynamics of pioneer (Macaranga) trees and understory (Mallotus) trees (Euphorbiaceae) in primary and selectively logged Bornean rain forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, n. 4, p. 439 – 457, 1991.

RAMOS, K. M. O. et al. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Alemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 351 – 358, 2004.

REIS, A. R. S. **Anatomia foliar e do xilema secundário de espécies de *Aspidosperma* Mart. e Zucc. (Apocynaceae)**. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém.,Pará.

RESSEL, K. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecologia do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 22, p.311 – 323, 2004.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997. 747 p.

RODRIGUES, R. R. **Colonização e enriquecimento de um fragmento florestal urbano após a ocorrência de fogo, fazenda Santa Elisa, Campinas, SP: avaliação temporal da regeneração natural (66 meses) e do crescimento (51 meses) de 30 espécies florestais plantadas em consórcios sucessionais**. Piracicaba. 1999. 167f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais**. Belém: Sudan, 1978. 22 p.

ROLLET, B. La régénération naturelle em forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane Vénézuélienne. **Bois et Forêts des Tropiques**, Francia, n. 124, p. 19 – 38, 1969.

SAMPAIO, M. B. **Ecologia populacional da palmeira *Geonoma schottiana* Mart. em mata de galeria no Brasil Central**. 2006. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

SCALON, S. P.Q.; ALVARENGA, A. A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platygyamus regnelli* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 17, n. 3, p. 265 – 270, 1993.

SECRETARIA DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. **Ações e Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade em Pernambuco**. Recife: Sectma. 2002.

SEITZ, R. A.; JANKOVSKI, T. A regeneração natural de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 5, 1998, Caxias do Sul. **Anais...Caxias do Sul: Associação Gaúcha de Empresas Florestais (Ageflor), Sindicato das Indústrias da Madeira da Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (Sindimadeira), Centro de Pesquisas Florestais (Cepef), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM (PPGEF)**, 1998. P. 37 – 53.

SILVA, J. A. et al. Padrão de distribuição espacial e diamétrica de indivíduos de *Aspidosperma spp* na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. **Comunicado Técnico**. Brasília: DF. Dezembro, 2004. 21 p.

SILVA, J. A.; SALOMÃO, A. N.; REZENDE, J. M. Espécies arbóreas de importância econômica. v.5. In: SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. A. **Reserva Genética Florestal Tamanduá**. Brasília- DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p. 73 - 137.

SOUSA, M. P. et al. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 32, n. 1, p. 51 – 57, 2008.

SOUZA, R. P.; VÁLIO, I. F. M. Seed size, seed germination, and seedling survival of Brazilian tropical species differing in successional status. **Biotropica**. Blackwell, v. 33, n. 3, p. 447 – 457, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 2ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2005. 640 p.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo, Paraná: Embrapa Florestas, 2000, 351 p.

SZWAGRZYK, J.; SZEWCZYK, J.; BODZIARCZYK, J. Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10 – year study on germination, growth and survival. **Forest Ecology and Management**, v. 141, n. 3, p. 237 – 250, 2001.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Lavras, v. 13, p. 103 – 107, 2001.

TAVARES, S. **Madeira do Nordeste do Brasil**. Recife: UFRPE. 1959. 171 p.

TORIOLA, D.; CHAREYRE, P.; BUTTLER, A. Distribution of a primary forest plants species in a 19<sup>o</sup> year old secondary forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.14, n.3, p. 323 – 340, 1998.

VEBLEN, T. T. Regeneration dynamics. In: **Plant succession theory and prediction**. London: Chapman and Hall, 1992. p. 153 – 187.

VOLPATO, M. M. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. 1994. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

WENIGER, B. et al. Antiprotozoal activities of Colombian plants. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdam, v. 78. n. 2-3. p. 193 – 200, 2001.

## **Capítulo I**

**Caracterização biométrica e comportamento germinativo de sementes de  
*Aspidosperma discolor* A. DC. colhidas em dois fragmentos de Floresta  
Ombrófila Densa de terras baixas, Pernambuco**

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a variação das características biométricas de frutos e sementes e a influência de diferentes temperaturas e regimes de luz no comportamento germinativo e vigor das sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC. Para a realização das análises, foram utilizadas unidades reprodutivas colhidas em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa ocorrentes em Recife e Camaragibe, cidades do Estado de Pernambuco. Na avaliação biométrica, determinou-se comprimento, largura, espessura, peso de massa fresca e número de sementes nos frutos; bem como diâmetro, espessura, peso de massa fresca e percentagem das sementes danificadas por insetos. Constatou-se que o comprimento e espessura médios dos frutos e o diâmetro médio das sementes, procedentes do fragmento florestal de Camaragibe, foram estatisticamente maiores, pelo teste de Mann-Whitney, a 5% de probabilidade, quando comparadas com as unidades reprodutivas coletadas no fragmento florestal do Recife. Com relação aos pesos médios de massa fresca dos frutos e sementes e o número de sementes por fruto e por quilograma não foram detectadas diferenças estatísticas entre as procedências pelo teste de Mann-Whitney, a 5% de probabilidade. Foi observada alta taxa de predação por larvas dos lepidópteros *Lamprosema dorisalis* Walker e *Diaphania esmeralda* Hampson nas sementes coletadas nos dois fragmentos florestais. Os testes de germinação envolvendo influências térmicas foram conduzidos em germinadores regulados nas temperaturas constantes de 25°C, 30°C e 35°C. Na avaliação da influência da qualidade da luz sobre a germinação, as sementes das duas procedências foram semeadas em bandejas plásticas transparentes, contendo como substrato areia lavada, sem cobertura, para determinar o efeito da luz branca; e com coberturas em duas folhas de papel celofane vermelhas, para avaliar a influência do espectro luminoso vermelho; em duas folhas azuis e duas vermelhas, para a obtenção do espectro luminoso vermelho extremo; e em recipientes envolvidos em papel alumínio para simular ausência de luz. Foram avaliados a porcentagem final, o índice de velocidade, o tempo médio e a velocidade média de germinação das sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 (três níveis de temperatura e duas procedências) para avaliação térmica; e 4 x 2 (quatro regimes de luminosidade e duas procedências) para a análise luminosa; com cinco repetições de vinte sementes para ambos os testes

germinativos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos mostraram que as sementes das duas procedências, apesar da baixa capacidade germinativa, apresentaram melhor desempenho quando submetidas à temperatura de 25°C, exibindo, entretanto, inibição total de germinação quando expostas a 35°C. Já com relação aos regimes de luminosidade, observou-se que as sementes de ambas as localidades apresentaram comportamento fotoblástico preferencial ou neutro, portanto, aptas à germinação na presença ou ausência da luz.

**Palavras-chave:** biometria; temperatura; luminosidade; germinação

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the variation of biometric characteristics of fruits and seeds and the influence of different temperatures and light regimes in the germination behavior and seed vigor of *Aspidosperma discolor* A. DC. To perform the analysis, were used reproductive units harvested from two fragments of Dense Ombrophyllous Forest occurring in Recife and Camaragibe, cities in the state of Pernambuco., Brazil. In biometrics evaluation, were determined the length, width, thickness, fresh matter weight and number of seeds per fruit, as well as the diameter, thickness, fresh matter weight and percentage of seeds damaged by insects. It was found that the average length and thickness of the fruit and the average diameter of the seed, coming from the forest fragment Camaragibe, were significantly higher, by the Mann-Whitney test at 5% probability, compared with values obtained for the units reproductive collected in the forest fragment of Recife. With respect to the average weights of fresh fruit and seeds, as well as number of seeds per kg, there were no statistical differences among the provenances for the Mann-Whitney test at 5% probability. It was observed a large percentage of predation by larvae of *Lepidoptera Lamprosema dorisalis* Walker and *Diaphania emerald* Hampson in seeds collected from two forest fragments. The germination tests involving thermal influences were conducted in chambers at constant temperatures of 25°C, 30°C and 35°C. In assessing the influence of light quality on germination, the seeds of the two provenances were sown in transparent plastic trays containing washed sand as substrate, no cover, to determine the effect of white light and with coverages on two sheets of red cellophane, to detect the influence of red light spectrum, two red and two blue sheets, for obtaining the far red light spectrum, and in containers wrapped in aluminum foil to simulate the dark. We evaluated the final percentage, the speed index, the average time and average speed of germination. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement of 3 x 2 (three levels of temperature and two provenances) for thermal evaluation, and 4 x 2 (four different light exposure regimes and two provenances) for the analysis of light, with five replicates of twenty seeds germinating for both tests. Means were compared by Tukey test at 5% probability. The results showed that seeds of two origins, despite the low germination capacity, better performance when subjected to a temperature of 25°C, exhibiting, however, total inhibition of germination when exposed to 35°C. with

respect to different light regimes, it was observed that seeds from both sites showed a behavior photoblastic preferred or neutral, thus suitable for germination in the presence or absence of light.

**Keywords:** biometrics, temperature, luminosity, germination

## 1. INTRODUÇÃO

Encravada predominantemente na costa oriental brasileira, recobrando vastas áreas com características geomorfológicas bastante heterogêneas, que proporcionaram a evolução de espécies vegetais e animais, muitas das quais com exigências ecológicas restritivas, a Floresta Ombrófila Densa atualmente é representada por um conjunto de fragmentos em forma de mosaico de ecounidades que, apesar de toda interferência antrópica historicamente abrupta e devastadora, ainda resguardam peculiaridades estruturais com dinâmica e biodiversidade específica decorrentes da autossustentabilidade.

Essas peculiaridades, constatadas em cada etapa do ciclo de vida das espécies vegetais desse singular bioma, resultam de um intrincado processo interativo, que se inicia com a fenofase da floração e da frutificação, passando pela disseminação das unidades reprodutivas, até o seu aporte em habitats que condicionem a germinação das sementes e possibilitem a emergência de plântulas e o estabelecimento dos indivíduos jovens e adultos nas comunidades específicas desse complexo vegetacional. Independente do bioma onde se concretizam, esses eventos fenológicos são críticos, pois dependem da época de ocorrência e da forma como se processam, condicionando ou não a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das plantas remanescentes (SAKAI, 2001).

No caso específico da frutificação, os estudos relacionados à descrição e, sobretudo, a classificação de frutos das espécies arbóreas tropicais, em particular da Floresta Ombrófila Densa, ainda são considerados bastante incipientes devido à complexidade morfológica dos vegetais que, segundo Vidal (1993), geram informações restritas e imperfeitas.

Como consequência dessa complexidade morfológica, as espécies arbóreas nativas ocorrentes na Floresta Ombrófila Densa geralmente produzem frutos cujos aspectos reprodutivos e biométricos são desuniformes devido à sazonalidade climática, apesar da sua variação ser menos intensa e irregular quando comparada com as características climáticas das formações estacionais semidecíduas e decíduas; pois estas apresentam alternância de estação seca e úmida capaz de induzir picos e depressões tanto no nível reprodutivo e vegetativo (MORELLATO, 1995; MORELLATO e LEITÃO FILHO, 1996), quanto nas características morfométricas das unidades reprodutivas dos grupos taxonômicos que os compõem.

As grandes variações biométricas detectadas nas unidades reprodutivas das espécies arbóreas florestais tropicais encontram-se relacionadas com o tamanho e o peso dos frutos e sementes, bem como com o número de sementes por fruto (VILLACHICA et al., 1996; CRUZ et al., 2001). Tais variações, portanto, se revestem de grande importância ecológica, tendo em vista que funcionam como indicadores de variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e como se processam as relações entre esta variabilidade e os fatores mesológicos (GUSMÃO et al., 2006). Dessa forma, podem ser selecionados indivíduos matriciais com elevado potencial produtivo de frutos e sementes visando à produção sustentada de mudas de boa qualidade.

Para obtenção de mudas com padrão de qualidade, expresso, sobretudo, pelo maior vigor e pela uniformização da emergência e do tamanho desses indivíduos, Carvalho e Nakagawa (2000) alertam que a estratégia mais adequada é classificar as sementes por tamanho ou por peso, pois tais variáveis são influentes no processo germinativo dessas unidades reprodutivas.

A germinação consiste numa série de eventos que se inicia com a reativação metabólica das sementes a partir da sua embebição e termina com a emergência das plântulas (CASTRO et al., 2004). Portanto, é consequência da interação verificada entre os fatores intrínsecos da semente, representados pelos seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (CARVALHO e CARVALHO, 2009); e fatores ambientais, sobressaindo-se a umidade, temperatura, luminosidade, oxigênio e componentes químicos (SILVA et al., 2009).

O processo germinativo passa a ser um dos mais críticos para o estabelecimento das plantas em seu habitat, pois depende do maior ou menor ajustamento das características ecofisiológicas de cada espécie aos fatores extrínsecos momentâneos. Logo, sementes de espécies pertencentes a grupos ecológicos distintos necessitam de condições mesológicas divergentes para expressarem o máximo potencial germinativo (SILVA et al., 2007).

Dentro desse contexto, Martins et al. (2000) admitem que uma germinação rápida e uniforme, com pronta emergência de plântulas, permite que os estádios iniciais de desenvolvimento sejam menos vulneráveis às condições adversas do ambiente.

Além da influência dos fatores mesológicos sobre a germinação de sementes de espécies vegetais tropicais, a dinâmica interativa constatada entre essas

espécies e insetos em geral assume, também, papel relevante, principalmente nas regiões tropicais, face à oferta desses recursos valiosos disponibilizados pelas plantas para suprir as necessidades alimentares daqueles consumidores.

Apesar das plantas terem coevoluído com insetos herbívoros por milhões de anos e desenvolvidos variedades de adaptações e defesas contra seus ataques (ONODY, 2009), as altas pressões ocasionadas por esses predadores, principalmente sobre as unidades reprodutivas, têm inviabilizado a germinação, várias vezes de forma expressiva, de sementes daquelas espécies vegetais mais susceptíveis a esses predadores, sobretudo em ambientes antropizados ou desequilibrados.

Segundo Crawley (1992) os mais efetivos e danosos predadores de sementes nas formações florestais são os insetos pertencentes às Ordens Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera. Janzen (1971) acrescenta ainda alguns vertebrados como os psitacídeos e primatas.

Portanto, é inquestionável o aprofundamento de pesquisas focalizadas nas espécies tropicais que permitam gerar conhecimentos sobre o comportamento ecológico desses táxons. Dentro desse pressuposto, foram desenvolvidos estudos com frutos e sementes de *Aspidosperma discolor*, espécie nativa das florestas pluviais e latifoliadas semidecíduais, com ocorrência nos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas do Nordeste brasileiro; com o propósito de se investigar as hipóteses de que as unidades reprodutivas dessa espécie apresentam variabilidade com relação às características biométricas, bem como taxas de germinação de sementes divergentes, quando procedentes de populações com ocorrência em fragmentos isolados dessa formação florestal.

Nesse contexto, o trabalho teve por objetivos avaliar os aspectos biométricos dos frutos e sementes e o efeito de diferentes temperaturas e regimes de luz sobre o comportamento germinativo de sementes de *A. discolor*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Identificação e Localização das Áreas Estudadas

As áreas selecionadas para os estudos ecofisiológicos de *Aspidosperma discolor* localizam-se no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife; e Mata Privê Vermont, Camaragibe; remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas urbanas no Estado de Pernambuco (Figura 1).

Assentam-se nas zonas fisiográficas do Litoral e da Mata pernambucanas, entre as coordenadas geográficas de 7° 59' 34" e 8° 00' 53" de latitude Sul, 34° 56' 39" e 34° 56' 46" de longitude Oeste de Greenwich; 8° 00' 00" e 8° 01' 16" de latitude Sul, 34° 58' 43" e 34° 59' 13" de longitude Oeste de Greenwich.

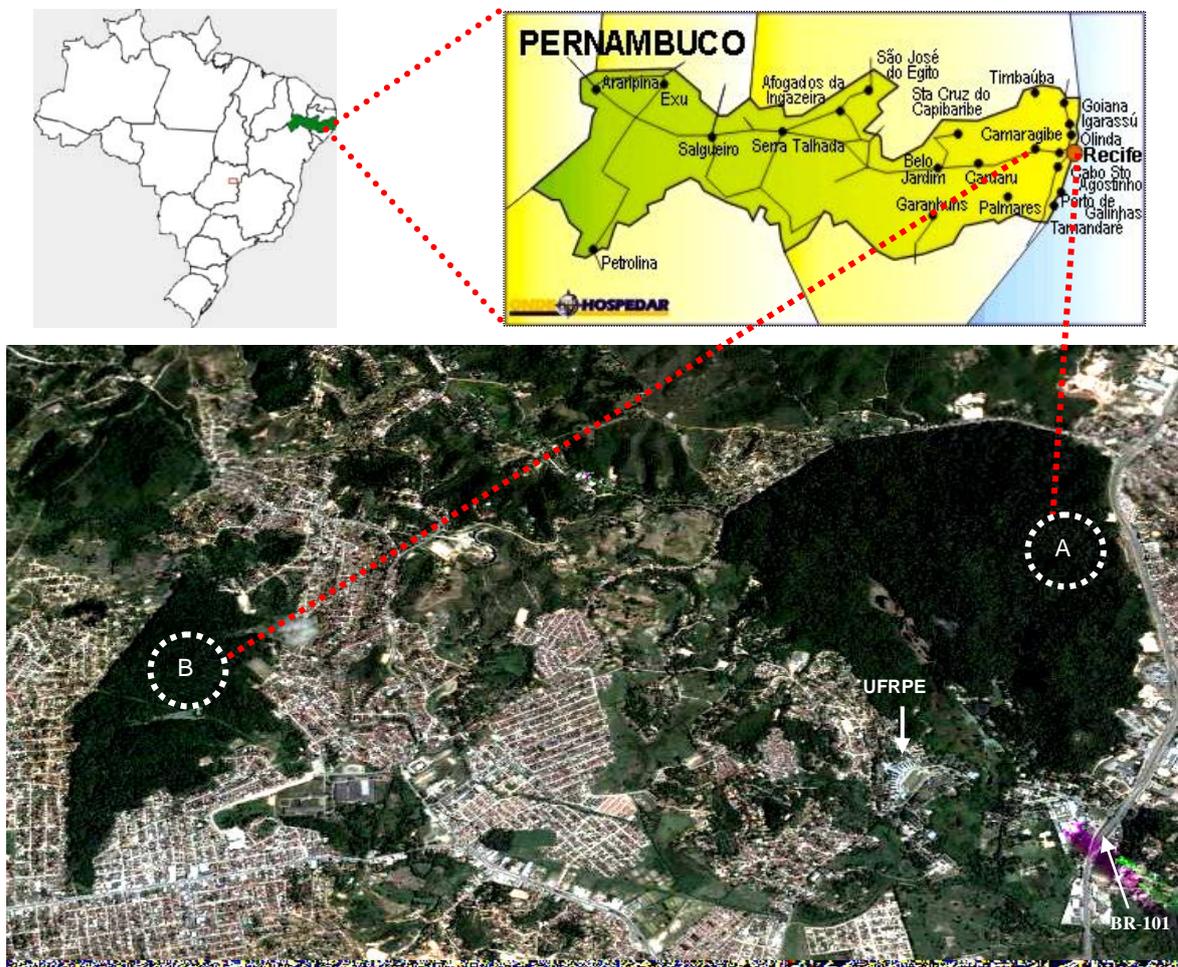


Figura 1. Localização das áreas de estudo: Parque Estadual de Dois Irmãos (A), Recife, e Mata Privê Vermont (B), Camaragibe, Pernambuco, 2008

Distância entre A e B:  $\cong 4,7$  km

1,20 0,80 0,40 0 0,40 0,80 1,20 km

Escala – 1:40.000

Fonte: [www.GoogleEarth.com](http://www.GoogleEarth.com) Organização: Tarcísio Viana de Lima

### 2.1.1. Características Geológicas, Climáticas e Vegetacionais

#### a. Parque Estadual de Dois Irmãos

Com área de aproximadamente de 370 ha, este parque é considerado um dos maiores fragmentos urbanos de Floresta Ombrófila Densa da Região Metropolitana da Cidade do Recife (FIDEM, 1987). Sua topografia apresenta relevo levemente ondulado com altitudes variando de 30 m a 80 m. Geologicamente, é constituído de solos do grupo Barreiras, de origem Terciário, classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, cuja textura varia de arenoso a argiloso-arenoso, com pH ácido de 4 a 5 (MACHADO et al., 1998; JACOMINE et al., 1973).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As', tropical costeiro ou 'Pseudo Tropical da Costa Nordestina', quente e úmido; influenciado por ventos alísios de SE-NE, que atuam em torno de nove meses, e pelo ar tépido atlântico. As temperaturas médias mensais ultrapassam 23°C, enquanto as precipitações distribuem-se no período de outono-inverno, com cotas máximas ocorrendo entre abril e julho, em decorrência da Frente Polar Atlântica, atingindo média anual total em torno de 2460 mm (ALHEIROS, 1998; COUTINHO et al., 1998).

Impulsionado pelas características climáticas favoráveis, o relevo de Dois Irmãos é coberto por vegetação florestal que segundo a classificação de Andrade-Lima (1961) pertence à Floresta Estacional Perenifólia Costeira, ou Floresta Ombrófila Densa na concepção de Velloso e Góes-Filho (1982).

Segundo Guedes (1998), esta formação apresenta três estratos arbóreos relativamente densos (Figura 2), formando dossel que alcança em média 20 m de altura, com presença de indivíduos emergentes das espécies *Pera glabrata* (Schott) Baill., *Tapirira myriantha* Triana et Planch. e *Aspidosperma discolor*, que podem atingir 31 m de altura. Seu estrato arbustivo é escasso, enquanto o herbáceo recobre áreas semiabertas com maior infiltração de luz.

De acordo com Silva et al. (2003) e Weber e Rezende (1998), este fragmento é constantemente ameaçado devido a sua posição geográfica, pois, além de ser contíguo a estrada BR 101 – Norte (Figura 1), que o torna mais próximo do centro do Recife; encontra-se encravado entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco e vários bairros circunvizinhos, o que possibilita maior pressão para a sua ocupação de forma desordenada, tanto pela população de baixa renda quanto pelos

estabelecimentos comerciais, os quais são responsáveis pelo avanço da devastação das bordas desse fragmento.



Figura 2. Estratificação da cobertura vegetal da Mata de Dois Irmãos com a presença de indivíduos adulto (A) e jovem (B) de *Aspidosperma discolor* A. DC. no primeiro plano  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

#### b. Mata Privê Vermont

Com superfície em torno de 170 ha, o fragmento florestal Mata Privê Vermont encontra-se localizado no centro urbano do município de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife (ANDRADE, 2006).

Este município caracteriza-se por apresentar estrutura geológica dominante constituída pelo Embasamento Cristalino e a Formação Barreiras. Formado por rochas graníticas (granito, migmatitos, gnaisses e micaxistos), o Embasamento Cristalino predomina na porção leste do município, e sobre o mesmo depositam-se solos residuais intercalados por matações (ANDRADE, 2006). A Formação Barreiras, por sua vez, encontra-se presente no setor oeste, sendo constituído por sedimentos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura areno-argiloso não consolidados, depositados pelas redes fluviais (ASSIS, 2001; JACOMINE et al., 1973).

De topografia constituída por elevações de morros baixos, o relevo de Camaragibe localiza-se em áreas de Tabuleiros cuja altitude varia de 40 m a 50 m próxima à planície costeira, chegando até mais de 160 m na porção ocidental (ASSIS, 2001).

Pela classificação de Köppen, a Mata Privê Vermont apresenta clima tropical quente e úmido tipo As', cujas precipitações médias anuais ultrapassam 1600 mm e são dos tipos frontais e convectivos que perduram com maior intensidade entre abril e julho, sendo o período de estiagem marcante compreendido entre outubro e janeiro. A temperatura média anual para a região é de 26° C (ALHEIROS, 1998; JACOMINE et al., 1973).

A Mata Privê Vermont enquadra-se como formação vegetal do tipo Floresta Subperenifolia, cuja estrutura original se caracterizava por ser densa e composta predominantemente por espécies arbóreas latifoliadas de grande porte (20 a 30 m de altura) com expressiva presença de epífitas (ANDRADE, 2006). Apesar de ser considerada área protegida pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de Camaragibe, de 1977 (ANDRADE, 2006); a Mata Privê Vermont encontra-se seriamente ameaçada em decorrência da forte pressão antrópica tanto no seu interior, facilitada pelo fluxo constante de exploradores de madeira e lenha, devido à presença de uma rede de estradas pavimentadas que atravessa toda a extensão territorial do fragmento; quanto pelo efeito de borda resultante do desmatamento contínuo e crescente para a expansão imobiliária no contorno desse fragmento (Figura 3).



Figura 3. Principais ações antrópicas (rede de estradas pavimentadas (A), desmatamento (B) e expansão imobiliária (C)) causadoras do elevado grau de perturbação imposto à Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Foto: Tarcísio Viana de Lima, 2009

## 2.2. Espécie Estudada

Para realização dos estudos, foi selecionada a espécie *Aspidosperma discolor* A. DC., conhecida vulgarmente como cabo-de-machado, em Pernambuco.

De ocorrência frequente nos fragmentos de Floresta Ombrófila Densa deste Estado, onde se concentra de forma agrupada formando reboleiras, a espécie vem gradativamente se tornando escassa em decorrência do desmatamento indiscriminado desses remanescentes, sobretudo dos situados em zonas urbanas como as matas de Dois Irmãos – Recife, e Privê Vermont – Camaragibe, cujo grau de intervenção antrópica é mais expressivo e predatório.

Foram preparadas exsicatas com o material botânico coletado nas duas localidades de estudos que, após identificações, foram depositadas no Herbário Sérgio Tavares da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob os registros N<sup>os</sup> 15855, 15856, 15925 e 16090.

### 2.3. Experimentos em Laboratório

#### 2.3.1. Obtenção dos Frutos e das Sementes

Folículos fechados e pré-maduros de coloração esverdeado-amarelo (Figura 4) de *A. discolor* foram colhidos em abril e maio de 2008 e maio de 2009 diretamente de cinco árvores matrizes selecionadas ao acaso em duas populações naturais de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, localizados na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco. Os frutos de cada procedência foram acondicionados em saco plástico de cor preta e transportados para as condições naturais de ambiente do Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (em torno de 25°C e 72% de U.R.), para a realização dos experimentos.

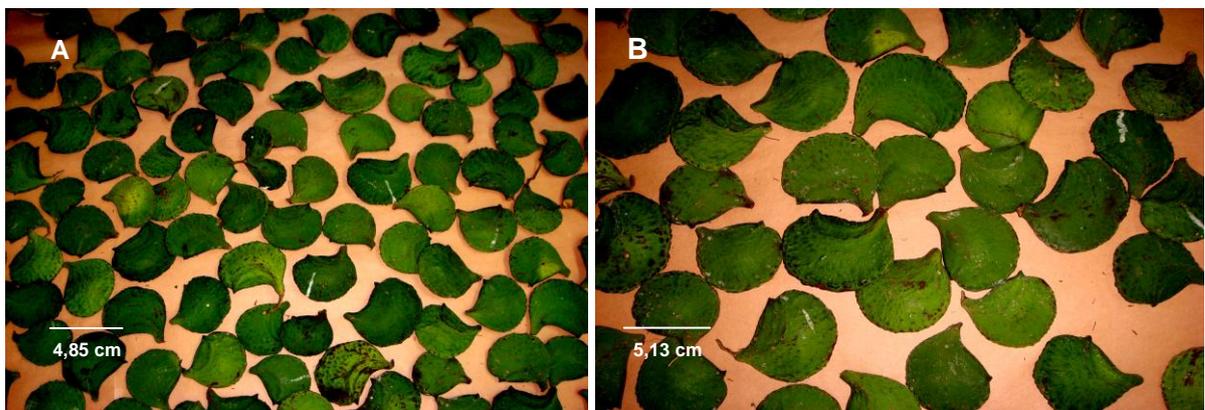


Figura 4. Frutos de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidos diretamente de cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B), Pernambuco

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

### 2.3.2. Avaliação Biométrica

#### a. Frutos e sementes

Para obtenção dos dados biométricos foram tomados, aleatoriamente, com frutos maduros do recipiente plástico proveniente do Parque Estadual de Dois Irmãos, e cem do recipiente oriundo da Mata Privé Vermont. Os frutos danificados foram descartados, enquanto os frutos inteiros foram pesados em balança marca Gehaka, modelo BG 2000 com precisão de 0,01 g. Em seguida, com o auxílio de um paquímetro modelo Mitutoyo com precisão de 0,05 mm, mediu-se comprimento (cm), largura (cm) e espessura (cm) de cada fruto. Após esses procedimentos, os frutos foram abertos para contagem do número de sementes, medições dos seus respectivos diâmetros (cm) (desconsiderando-se a parte alada) e espessuras (cm), e pesagens (Figura 5).



Figura 5. Pesagens e mensurações de frutos (A e B) e sementes sem alas (C) provenientes das cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife, e na Mata Privé Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

#### b. Determinação do número de sementes por quilograma

De acordo com Oliveira (2007), calculou-se o número de sementes por quilograma de cada árvore matriz selecionada para avaliações biométricas das unidades reprodutivas usando-se a seguinte equação:

$$N = (1000 \times 1000) / PMS$$

em que:

N = número de sementes por quilograma;

PMS = peso de mil sementes em gramas

### c. Determinação das taxas de predação das sementes

Para avaliar o percentual de sementes predadas e não-predadas foram selecionados cinquenta frutos de cada procedência com presença de perfuração no pericarpo provocada por agentes biológicos. Esses frutos foram abertos para remoção e contagem dessas sementes que, posteriormente, foram acondicionadas em caixas gerbox envolvidas em filó e mantidas sob condições ambientais LASF, para observação diária da emergência de insetos durante trinta dias (Figura 6).

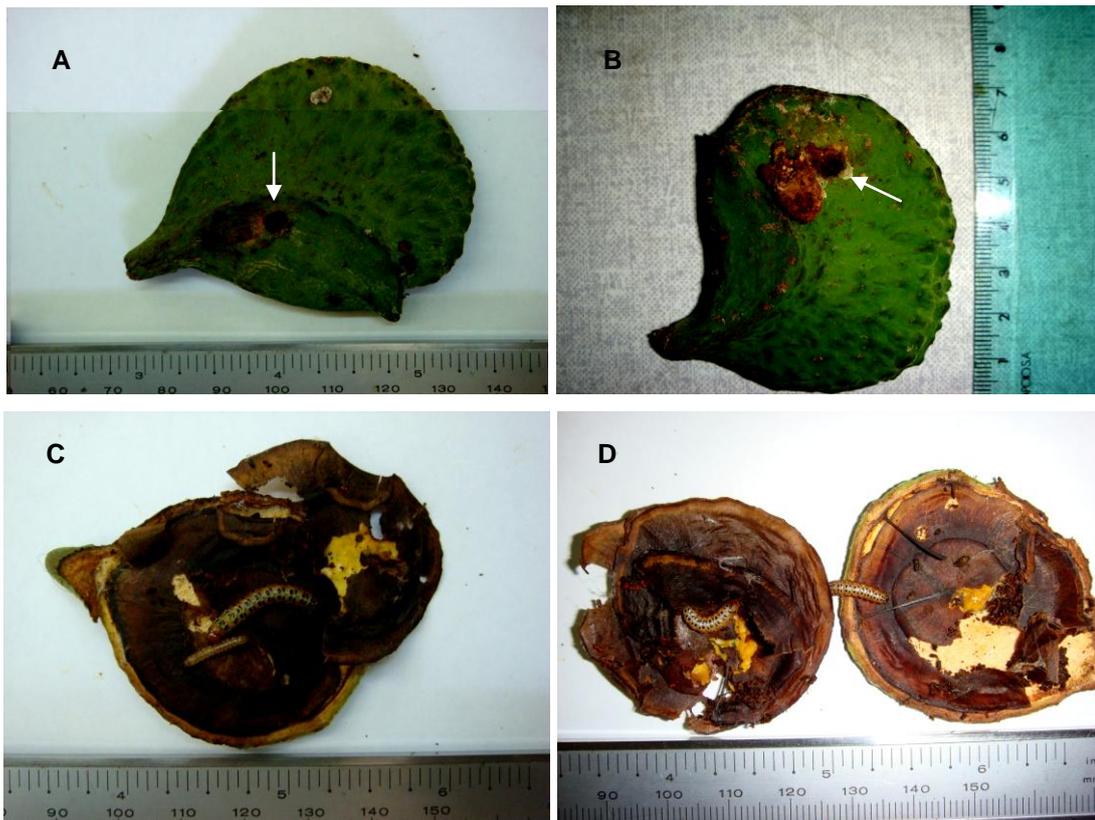


Figura 6. Frutos perfurados e sementes atacadas por predadores provenientes das cinco árvores matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A e C), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B e D), Pernambuco, em abril e maio de 2008

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

Exemplares desses insetos, emergidos das sementes, foram encaminhados ao Instituto Uiraçu, Bahia, para identificação.

O cálculo da taxa de predação das sementes ( $T_p$ ) foi realizado com base na relação entre o número de sementes predadas e o total de sementes removidas dos frutos de cada procedência (PINTO, 2007). Para a efetivação do cálculo, foi usada a seguinte fórmula:

$$T_p = \frac{N_p}{N_s} \cdot 100$$

em que:

$N_p$  = quantidade de sementes predadas;

$N_s$  = quantidade total de sementes coletadas.

Para comparar as taxas médias de sementes não-predadas e predadas, de ambas as procedências, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis no nível de 5% de probabilidade.

### 2.3.3. Efeito da Temperatura sobre a Viabilidade das Sementes

Para realização do experimento, sementes de *A. discolor* foram selecionadas após aberturas dos folículos (Figura 7), submetidas a tratamento prévio para desinfestação com hipoclorito de sódio a 2%, por cinco minutos, seguida de lavagem em água destilada e posterior acondicionamento em peneira para secagem. Após esses procedimentos, essas sementes foram submetidas a testes de germinação em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D) regulado para temperatura constante de 25°C e germinador tipo Mangelsdorf com temperaturas constantes de 30°C e 35°C, respectivamente.

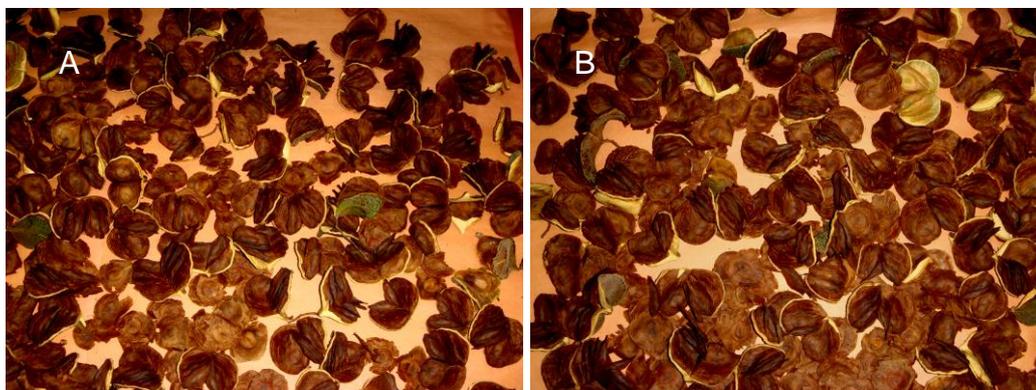


Figura 7. Sementes provenientes de frutos abertos colhidos na Mata de Dois Irmãos, Recife (A), e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (B), Pernambuco  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

As sementes foram semeadas sobre camada de 1 cm de espessura de areia lavada, peneirada e esterilizada em autoclave (120°C/1 hora); em caixas plásticas transparentes do tipo gerbox (11 cm x 11 cm x 3,5 cm). Inicialmente, o substrato areia foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 60% da sua capacidade de retenção (BRASIL, 1992).

A contagem do número de sementes germinadas foi executada diariamente durante trinta dias. Como critério de germinação adotou-se o botânico, que

considera a protrusão da raiz primária igual ou maior que 2 mm de comprimento (LABOURIAU, 1983; BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

#### 2.3.4. Efeito da Luz sobre a Viabilidade das Sementes

Para o estudo do efeito da condição da luz na germinação, sementes de *A. discolor* de cada procedência foram selecionadas após abertura dos folículos, previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% por cinco minutos, seguida de lavagem em água destilada e acondicionada em peneira para secagem. Essas sementes foram semeadas sobre camada de 1 cm de espessura de areia lavada, peneirada e esterilizada em autoclave (120°C/1 hora), depositada em bandejas plásticas de dimensões de 38 x 25 x 6,5 cm. Inicialmente, o substrato areia foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 60% da capacidade máxima de retenção do substrato (BRASIL, 1992).

Em seguida, esses recipientes foram submetidos a quatro diferentes qualidades espectrais: luz branca (bandejas plásticas sem envoltórios), luz vermelha (bandejas plásticas envoltas em duas folhas de papel celofane vermelho), luz vermelho extremo (bandejas plásticas envoltas por duas folhas de papel celofane azul e duas de papel celofane vermelho) e escuro contínuo (bandejas plásticas envoltas em papel alumínio). O experimento foi instalado sob condições de ambiente natural do LASF (25°C e 72% UR).

A contagem do número de sementes germinadas foi executada diariamente durante trinta dias. Como critério de germinação adotou-se o botânico, que considera a protrusão da raiz primária igual ou maior que 2 mm de comprimento (LABOURIAU, 1983; BORGHETTI e FERREIRA, 2004).

O acompanhamento da germinação das sementes nos tratamentos envoltos com papel celofane e ausência de luz foi feito em câmara escura sob luz verde de proteção (lâmpada revestida com papel celofane verde).

#### 2.3.5. Testes de Vigor Utilizados

Ao final dos experimentos envolvendo influências térmicas e luminosas na germinação de sementes, foram calculados a porcentagem de germinação(G) (BRASIL, 1992); o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962); o

tempo médio de germinação ( $\bar{t}$ ) e a velocidade média de germinação (VG) (SANTANA e RANAL, 2004).

$$G = \frac{NG}{NT} \cdot 100$$

em que:

G = porcentagem de germinação (%);

NG = número de sementes germinadas;

NT = número total de sementes colocadas para germinar.

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>n</sub> = número de sementes germinadas na primeira, segunda até a última contagem;

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>n</sub> = número de dias desde a primeira, segunda até a última contagem.

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

em que:

$\bar{t}$  = tempo médio de germinação;

n<sub>i</sub> = número de sementes germinadas por dia;

t<sub>i</sub> = tempo de incubação (dias).

$$VG = \frac{1}{\bar{t}}$$

em que:

VG = Velocidade média de germinação;

$\bar{t}$  = tempo médio de germinação.

### 2.3.6. Delineamento Experimental

Para a análise estatística, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. As médias biométricas dos frutos e sementes

foram comparadas entre as duas procedências pelo teste Mann-Whitney no nível de 5% de probabilidade (SANTANA e RANAL, 2004). Para elaboração dos histogramas de frequência conjugados das variáveis estudadas, utilizou-se o programa computacional BioEstat, versão 4.0/2005 (AYRES et al. 2005).

Para os testes de germinação das sementes de *A. discolor* foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Na avaliação da influência térmica, os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 3 x 2 (três temperaturas e duas procedências), com cinco repetições de vinte sementes. Já no estudo da influência luminosa, os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro tipos de luz e duas procedências), com cinco repetições de vinte sementes.

As análises dos dados foram realizadas por meio do programa estatístico BioEstat, versão 4.0/2005 (AYRES et al., 2005). Os valores de germinação, em porcentagem, foram previamente transformados para  $\arcsen \sqrt{x/100}$ , para obtenção da homogeneidade das variâncias e a normalização de sua distribuição, que foi analisada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Biometria de Frutos e Sementes

Os dados biométricos referentes ao comprimento, largura, espessura e massa de matéria fresca dos frutos, bem como diâmetro, espessura, massa de matéria fresca e número das sementes de *A. discolor*, procedentes das duas populações estudadas, encontram-se expostos nas Tabelas 1 e 2 e nas Figuras 8, 9 e 10.

Os frutos de ambas as procedências apresentaram diferenças significativas em relação aos comprimentos médios (46,10 e 50,25 mm) e as espessuras médias (12,12 e 14,00 mm), sendo evidenciado as maiores proporções para aqueles oriundos da população da Mata Privê Vermont. Com relação às larguras dessas unidades reprodutivas, verificou-se semelhança entre os dados procedentes das duas populações (41,21 e 43,30 mm). Para as três dimensões avaliadas, foram obtidos menores coeficientes de variação para os dados resultantes da Mata Privê Vermont (9,15%, 10,82% e 10,06%), demonstrando menor variabilidade na distribuição dos mesmos para essa população (Tabela 1).

As maiores concentrações verificadas para os comprimentos dos frutos coletados nos fragmentos estudados situaram-se entre o intervalo de 42,94 a 54,41 mm, sendo registradas frequências acumuladas de 45% para Dois Irmãos e 51%, Privê Vermont. Para as larguras, as maiores proporções encontradas distribuíram-se entre o intervalo de 36,78 a 47,71 mm, cujas frequências acumuladas foram 53% e 63% para Dois Irmãos e Privê Vermont, respectivamente. As espessuras, por sua vez, apresentaram maiores concentrações entre o intervalo de 10,15 a 14,45 mm, com frequências acumuladas de 87%, para Dois Irmãos; e entre o intervalo de 13,60 a 15,93 mm, com frequências concentradas de 60%, para Privê Vermont (Figura 8).

Com relação aos diâmetros e espessuras das sementes, as variações foram de 11,15 a 22,00 mm e 0,50 a 1,90 mm para as provenientes de Dois Irmãos. Já as sementes oriundas da Mata Privê Vermont revelaram para esses parâmetros variações entre 16,02 a 33,90 mm e 0,40 e 1,70 mm, respectivamente (Tabela 1).

Detectou-se para os diâmetros médios das sementes diferença significativa entre as duas procedências, sendo constatado maior valor para aqueles decorrentes da Mata Privê Vermont (20,51 mm). Já os dados das espessuras médias foram semelhantes entre si pelo teste de Mann-Whitney, no nível de 5% de probabilidade. Dentre os coeficientes de variação obtidos para os diâmetros das sementes, o

exposto pela Mata do Privê Vermont foi o que demonstrou maior homogeneidade na distribuição dos dados (11,12%). Para as espessuras, entretanto, verificou-se que as sementes de ambas as procedências apresentaram elevadas variabilidades (28,10% e 24,50%) nas disposições dos resultados (Tabela 1).

Tabela 1. Valores mínimos e máximos, médias e coeficientes de variação do comprimento, largura, diâmetro e espessura, em milímetro, de frutos e sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Procedência	Dois Irmãos				Privê Vermont			
	Mínima	Média $\pm$ dp	Máxima	CV(%)	Mínima	Média $\pm$ dp	Máxima	CV(%)
<b>Estrutura reprodutiva</b>								
<b>Fruto</b>								
Comprimento (mm)	33,30	46,10 $\pm$ 4,99 b	58,90	10,84	38,75	50,25 $\pm$ 4,60 a	63,70	9,15
Largura (mm)	31,30	41,21 $\pm$ 5,52 a	53,10	13,41	33,65	43,30 $\pm$ 4,69 a	56,10	10,82
Espessura (mm)	8,00	12,12 $\pm$ 1,54 b	16,50	12,72	10,50	14,00 $\pm$ 1,40 a	16,60	10,06
<b>Semente</b>								
Diâmetro (mm)	11,15	17,50 $\pm$ 2,76 b	22,00	15,80	16,02	20,51 $\pm$ 2,28 a	33,90	11,12
Espessura (mm)	0,50	1,00 $\pm$ 0,30 a	1,90	28,10	0,40	1,00 $\pm$ 0,20 a	1,70	24,50

As letras minúsculas comparam as médias entre as colunas. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 9, as maiores concentrações diamétricas das sementes originárias da Mata de Dois Irmãos foram registradas no intervalo de 16,63 a 20,73 mm, em que se computou uma frequência acumulada de 55% dos diâmetros mensurados. Para a Mata Privê Vermont, as medidas dessa variável foram mais expressivas na faixa de 18,27 a 22,76 mm, na qual se registrou frequência acumulada de 75% das mensurações obtidas.

As proporções mais elevadas para as espessuras das sementes restringiram-se aos intervalos de 0,80 a 1,40 mm, com frequência concentrada de 68%, para Mata de Dois Irmãos; e 0,70 a 1,30 mm, com frequência acumulada de 76%, para a de Privê Vermont (Figura 9).

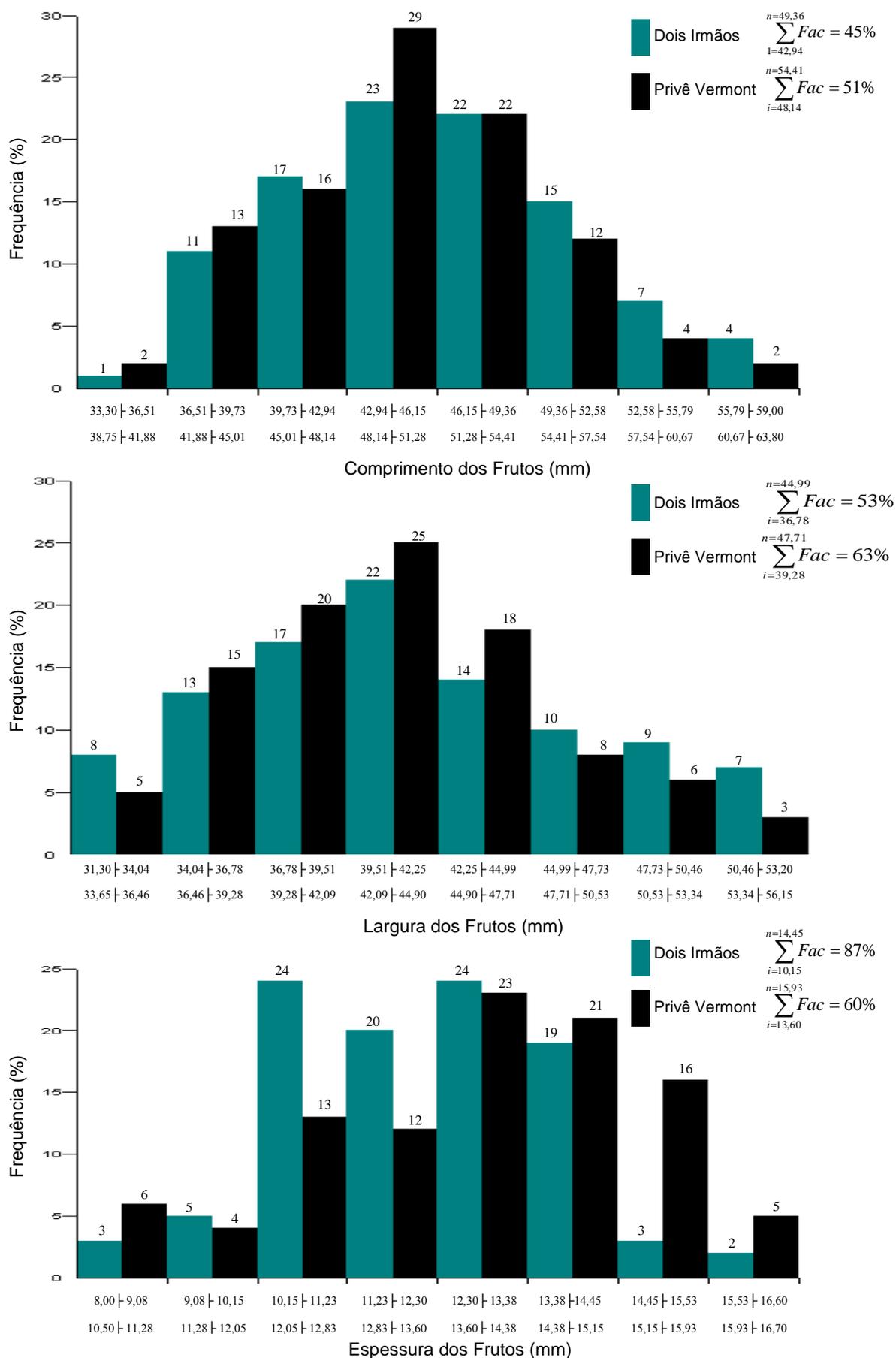
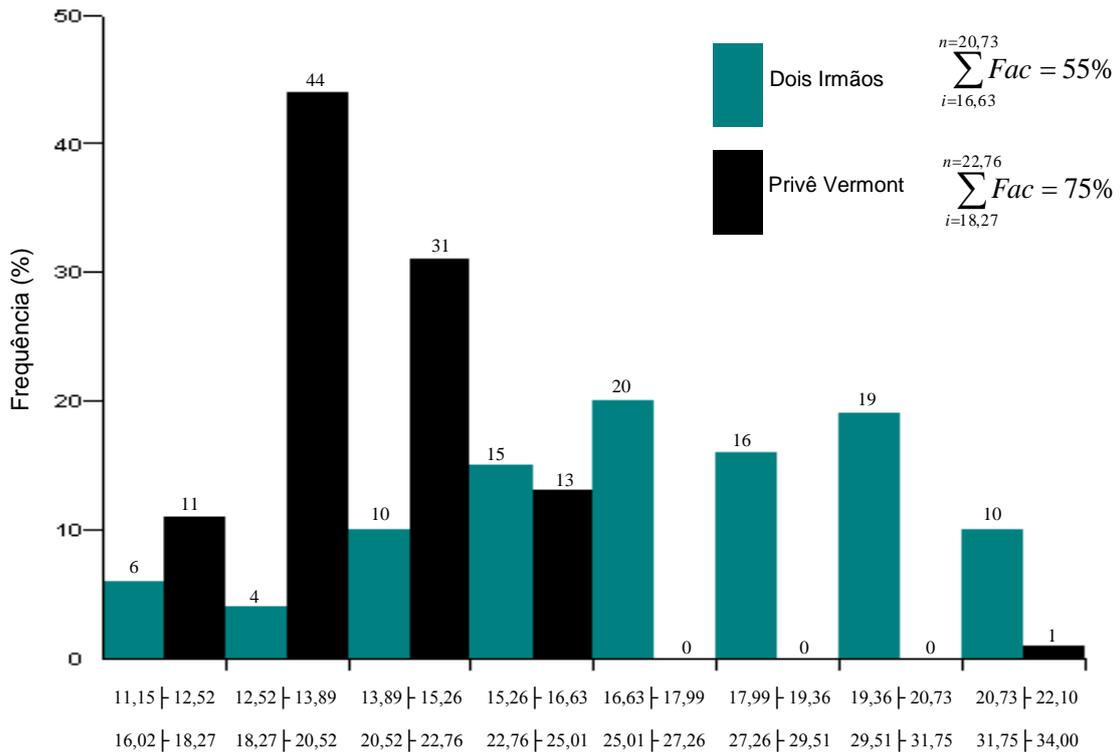
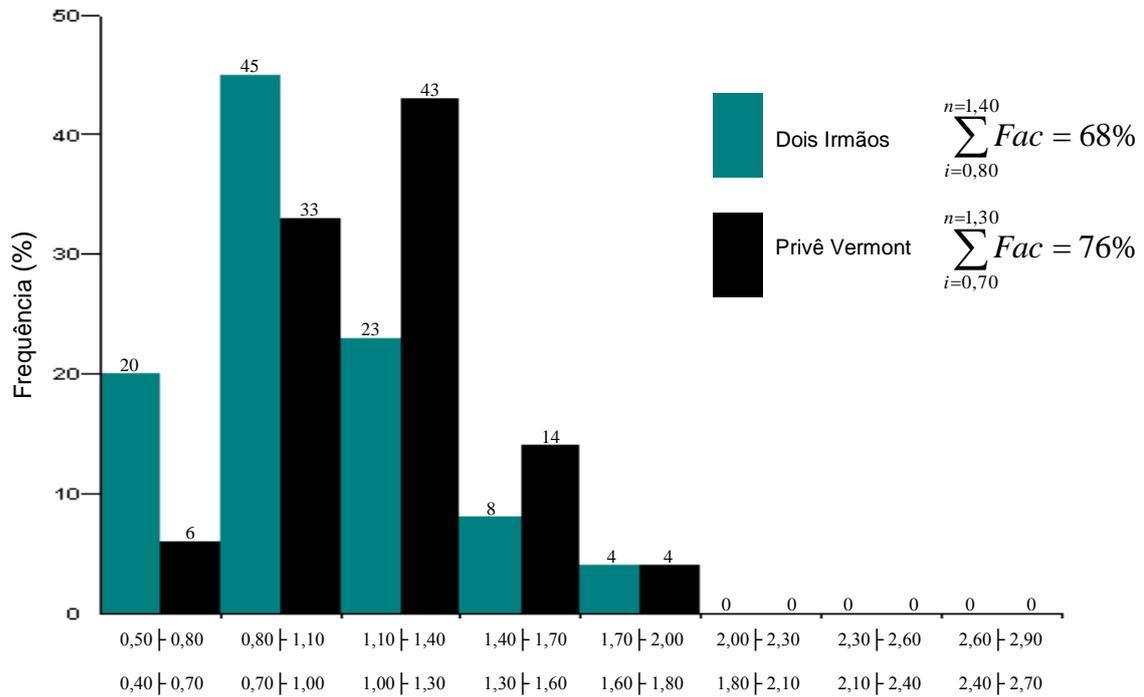


Figura 8. Distribuição de frequências relativas do comprimento, largura e espessura dos frutos de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco



Diâmetro das Sementes (mm)



Espessura das Sementes (mm)

Figura 9. Distribuição de frequências relativas do diâmetro e espessura das sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidas em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

As avaliações biométricas para as massas de matéria fresca de frutos e sementes revelaram variações de 5,55 a 19,70 g e 1,29 a 5,66 g para os procedentes de Dois Irmãos e de 6,97 a 22,22 g e 1,00 a 4,58 g para os provenientes de Privê Vermont (Tabela 2).

Foram constatadas semelhanças entre as médias das massas de matéria fresca tanto dos frutos quanto das sementes das duas procedências. Apesar dos elevados coeficientes de variação obtidos para as massas dos frutos e das sementes de ambas as localidades, verificou-se maior variabilidade para as unidades coletadas no fragmento de Dois Irmãos -26,77% e 31,91% para frutos e sementes, respectivamente (Tabela 2).

Registraram-se as maiores quantidades de massa de matéria fresca dos frutos oriundos de Dois Irmãos no intervalo de 9,09 a 14,39 g, no qual se obteve uma frequência acumulada de 61% das unidades pesadas. Já para os frutos coletados em Privê Vermont, as maiores convergências foram observadas no intervalo de 8,89 a 14,65 g, em que se constatou uma frequência acumulada de 79% dos frutos pesados (Figura 10).

As massas de matéria fresca das sementes providas de Dois Irmãos e de Privê Vermont apresentaram maiores quantidades nos intervalos 1,85 a 3,53 g e 2,38 a 3,76 g, nos quais se registraram respectivamente 65% e 64% de frequências acumuladas (Figura 10).

Com relação aos números de sementes foram constatados variações de 6,00 a 14,00 unidades por fruto procedente da Mata de Dois Irmãos e de 5,00 a 14,00 para fruto proveniente da Mata Privê Vermont. Verificou-se que os números médios de sementes por fruto advindo das duas localidades apresentaram semelhanças entre si pelo teste de Mann-Whitney, no nível de 5% de probabilidade. Embora os coeficientes de variação para essa variável tenham sido elevados, detectou-se maior variabilidade no número de sementes provenientes da Mata Privê Vermont (25,29%) (Tabela 2).

De acordo com a Figura 10, o maior número de sementes por fruto para Dois Irmãos concentrou-se nos intervalos de 6,00 a 7,10 e 8,30 a 9,40; registrando uma frequência acumulada de 43%. Já a maior concentração do número de sementes por fruto para Privê Vermont foi verificada no intervalo de 10,00 a 11,30, com 27% de frequência acumulada.

Para a quantidade total do número de sementes por quilograma foram computadas variações de 6.536 a 6.812 e 6.246 a 6.614 sementes para Dois Irmãos e Privê Vermont, respectivamente. Com relação ao número médio constatou-se pelo teste de Mann-Whitney semelhança estatística, no nível de 5% de probabilidade, entre as quantidades oriundas das duas localidades. Os coeficientes de variação revelaram baixíssima variabilidade entre as procedências - 1,50% para Dois Irmãos e 1,77%; Privê Vermont (Tabela 2).

Tabela 2. Valores mínimos e máximos, médias e coeficientes de variação da massa de matéria fresca (g) dos frutos e das sementes e do número de sementes por fruto, e por quilograma, de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Estrutura reprodutiva	Dois Irmãos				Privê Vermont			
	Mínima	Média $\pm$ dp	Máxima	CV(%)	Mínima	Média $\pm$ dp	Máxima	CV(%)
Massa fresca dos frutos (g)	5,55	11,25 $\pm$ 3,01 a	19,70	26,77	6,97	11,89 $\pm$ 2,52 a	22,22	21,22
Massa fresca das sementes de 100 frutos (g)	1,29	2,94 $\pm$ 0,93 a	5,66	31,91	1,00	2,92 $\pm$ 0,77 a	4,58	25,30
Número de sementes por fruto	6,00	9,33 $\pm$ 2,01 a	14,00	21,55	5,00	8,67 $\pm$ 2,20 a	14,00	25,29
Número de sementes por kg	6.535,95	6.668 $\pm$ 99,90 a	6.811,99	1,50	6.246,10	6.404 $\pm$ 113,11 a	6.613,76	1,77

As letras minúsculas comparam as médias entre as colunas. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

Cardoso e Lomônaco (2003), e Pinto et al. (2003) salientam que a caracterização biométrica de frutos e sementes é importante para a taxonomia, sobretudo para identificar variedades, e para verificar a ocorrência de variações fenotípicas. Oliveira e Beltrati (1994), e Martins e Oliveira (2001), apesar de considerarem caracteres biométricos de unidades reprodutivas taxonomicamente questionáveis, pois segundo Rodrigues et al. (2006) são decorrentes de variações latitudinais, sazonais e microclimáticas; reconhecem a grande relevância ecológica exercida por esses caracteres na determinação da variabilidade da espécie, no processo de relacionamento com agentes dispersores e na dinâmica das síndromes de dispersão.

Análises morfométricas realizadas por Freitas (2008) em frutos e sementes de *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll. Arg., procedentes do Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara, Pará, revelaram diferenças entre as dimensões dessas estruturas reprodutivas que permitiram inferir a ocorrência de variabilidade genética entre os indivíduos da população dessa espécie.

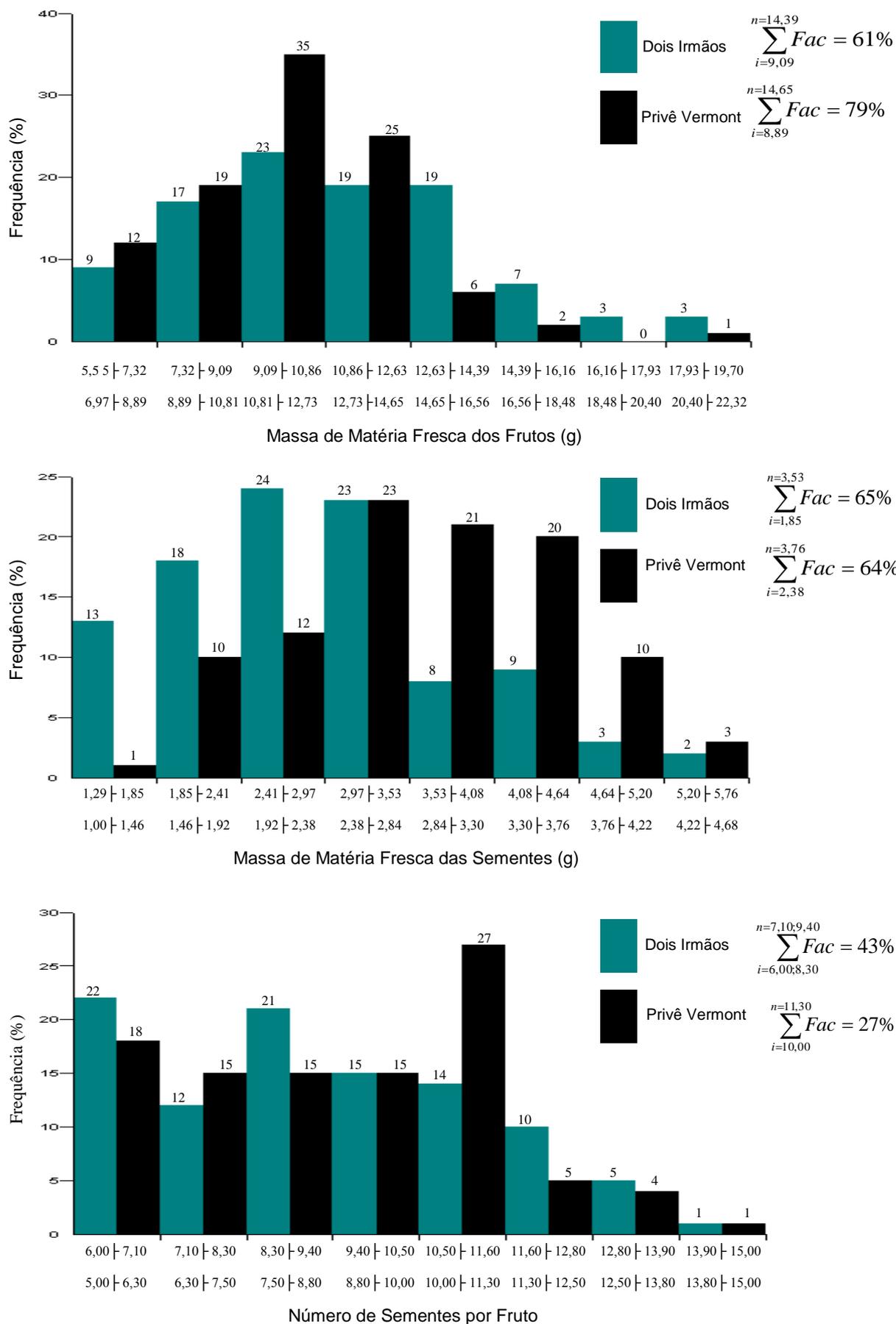


Figura 10. Distribuição de frequências relativas da massa de matéria fresca dos frutos e das sementes e do número de sementes por fruto de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidos em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Essas variações tornam-se ainda mais evidentes quando indivíduos co-específicos procedem de diferentes populações. Imatomi et al. (2009), por exemplo, constataram que sementes de *Casearia sylvestris* Swartz, procedentes de São Carlos, São Paulo e de Ibiporã, Paraná, apresentaram diferenças significativas no tamanho e, principalmente, no número dessas unidades reprodutivas no interior dos frutos em decorrência das diferentes características das áreas de origem dessas sementes, capazes de induzir a variabilidade genética que, segundo Fenner e Thompson (2005), pode ser consequência da disponibilidade de água, luz, nutrientes, condições intrínsecas à matriz e posição do fruto na planta. Resultados semelhantes também foram obtidos por Botezelli et al. (2000), quando detectaram diferenças nas características biométricas de frutos e sementes de *Dipteryx alata* Vog. provenientes de quatro localidades do Estado de Minas Gerais.

Portanto, as variações encontradas no comprimento e na espessura dos frutos, bem como no diâmetro das sementes entre as procedências de *A. discolor*, podem ser resultantes de variabilidade genética decorrente de condições microclimáticas relativamente distintas, mas não estatisticamente diferenciadas, entre as localidades estudadas; uma vez que os dados higrotérmicos referenciados na Tabela 1 do capítulo três, obtidos para ambos os fragmentos, demonstraram ligeira elevação térmica e menor teor de umidade relativa do ar para a Mata Privê Vermont, provavelmente consequência do desmatamento mais intenso, quando comparadas com Dois Irmãos. Essas condições supostamente influenciaram a espécie a produzir frutos maiores para minimizar a possibilidade das sementes serem dispersas para áreas de clareiras maiores, onde os regimes ombrotérmicos e possíveis predadores poderiam impedir o estabelecimento dos indivíduos jovens da espécie. Entretanto, para consolidar essa possibilidade, tornam-se necessários estudos mais acurados sobre a estrutura genética das populações dessa espécie ocorrentes nos dois fragmentos estudados.

### 3.1.1. Predação de Sementes

Dos cem frutos selecionados com perfuração no pericarpo foi obtido um total de 959 sementes, das quais 499 procedentes dos cinquenta frutos coletados na Mata de Dois Irmãos, e 460 provenientes dos cinquenta frutos coletados na Mata Privê Vermont.

Constatou-se que a quantidade de sementes não-predadas por fruto, oriunda da Mata de Dois Irmãos, variou de 0,00 a 3,00 unidades, enquanto o número de sementes predadas variou de 6,00 a 13,00 unidades por fruto. Já para a Mata Privê Vermont, observou-se variações de 0,00 a 2,00 unidades de sementes não-predadas e de 4,00 a 13,00 unidades de sementes predadas por fruto (Tabela 3).

Verificou-se que os números médios de sementes não-predadas e predadas por fruto, de ambas as procedências, apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Kruskal-Wallis no nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

Os percentuais de predação das sementes de *A. discolor* foram bastante elevados, pois atingiram níveis de 92,38% nos frutos procedentes da Mata de Dois Irmãos, e 93,04% nos procedentes da Mata Privê Vermont. Essas taxas tornam-se mais relevantes por resultarem de sementes danificadas cujos frutos sofreram predações ainda fixos às plantas matrizes.

Tabela 3. Valores mínimos e máximos, médias e percentagens de sementes não-predadas e predadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. colhidas em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas – Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Procedência	Dois Irmãos		Privê Vermont	
	Sementes		Sementes	
Variáveis	Não-predadas	Predadas	Não-predadas	Predadas
<b>Mínima</b>	0,00	6,00	0,00	4,00
<b>Média ± dp</b>	0,76 ± 0,87a	9,22 ± 1,84b	0,64 ± 0,75a	8,56 ± 2,03b
<b>Máxima</b>	3,00	13,00	2,00	13,00
<b>%</b>	7,62	92,38	6,96	93,04

As médias seguidas de letras minúsculas nas linhas não diferem entre si teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Independentemente das procedências, a predação desses frutos e sementes foi associada à presença dos lepidópteros *Lamprosema dorisalis* Walker 1859 e *Diaphania esmeralda* Hampson 1899 (Figura 11). Entretanto, não se descarta a possibilidade dessas unidades reprodutivas serem recursos procurados e apreciados ainda na planta matriz por outros grupos de insetos; mesmo considerando-se que, na família Apocynaceae, a ocorrência de laticíferos é uma característica universal (DEMARCO et al., 2006) cuja finalidade é produzir látex com funções específicas de proteção contra herbívoros e microrganismos, e selagem de ferimentos (LEWINSOHN e VASCONCELLOS-NETO, 2000; FARREL et al., 1991; FAHN, 1990).

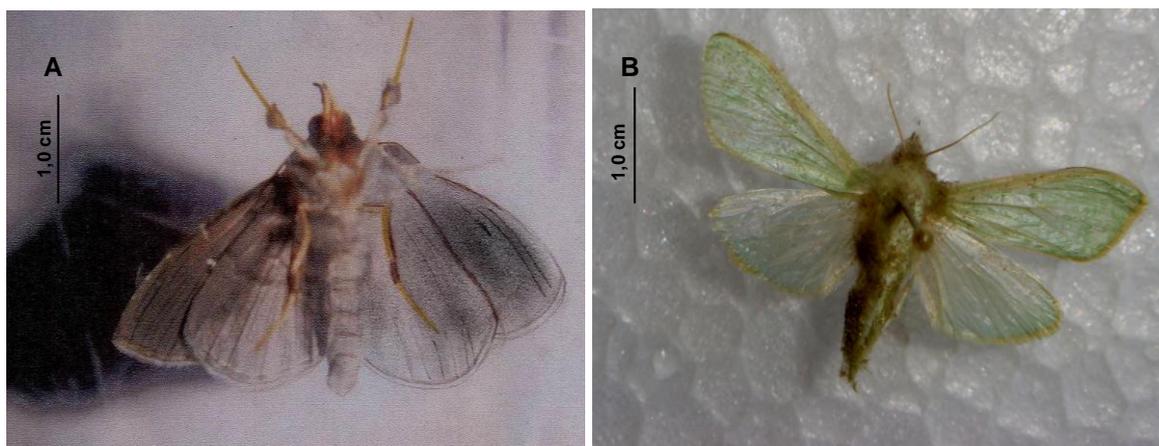


Figura 11. Indivíduos adultos de *Lamprosema dorisalis* Walker 1859 (A) e *Diaphania esmeralda* Hampson 1899 (B), oriundos de frutos predados colhidos respectivamente na Mata de Dois Irmãos, Recife, e na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco, em abril e maio de 2008

Identificador: Vitor O. Becker, Instituto Uiraçu, Bahia  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

O expressivo dano ocasionado às sementes por esses representantes da ordem Lepidoptera certamente reflete-se na regeneração natural e na distribuição espacial da espécie estudada, pois admite-se que a redução da cobertura vegetal induzida por ação antrópica nos fragmentos analisados, sobretudo na Mata Privê Vermont, promova diminuição substancial na(s) população (ões) de possíveis predadores dessas espécies de lepidópteros, aumentando dessa forma a proliferação e a capacidade predatória das mesmas.

### 3.2. Efeito da Temperatura na Germinação e no Vigor das Sementes de *A. discolor*

Os resultados decorrentes do teste para avaliação do efeito da temperatura no desempenho germinativo das sementes de *A. discolor*, procedentes de Dois Irmãos e de Privê Vermont, encontram-se na Tabela 4.

As sementes da espécie, independentemente da procedência, apresentaram sensibilidade a altas temperaturas, uma vez que não ocorreu germinação (0,00%) quando submetidas à temperatura de 35°C. Esse comportamento negativo decorrente da temperatura elevada sobre o processo germinativo, segundo Añez et al. (2002), Larcher (2000) Hendricks e Taylorson (1976), deve-se as alterações na camada de lipídeos das membranas que permitem aumento do efluxo e diminuição do suprimento de aminoácidos livres, redução na síntese de proteínas e ácido ribonucléico bem como decréscimo das reações metabólicas, os quais poderão retardar ou suprimir a germinação, e até inviabilizar as sementes.

Mayer e Poljakoff-Mayber (1989) argumentam que as espécies produzem sementes com sensibilidades térmicas diferenciadas que permitem determinar a expressão do seu vigor. Nesse contexto, certas espécies conseguem suportar temperaturas mais elevadas, enquanto outras não. Este gradiente de temperaturas para germinação pode oscilar dentro das faixas térmicas ótimas para cada espécie, definindo, sobretudo, àquelas mais altas capazes de inibir a germinação, como no caso de *A. discolor* que foi de 35°C.

Oliveira et al. (2005), por exemplo, constataram que a temperatura de 35°C provavelmente exerceu influência drástica na germinação de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl., devido a possíveis modificações enzimáticas, condição fisiológica das sementes ou insolubilidade do oxigênio que, sob condições térmicas elevadas, aumentou sua exigência e acelerou a velocidade respiratória das mesmas, conforme preconizaram Marcos Filho (1986) e Popinigis (1985).

Apesar dos melhores percentuais médios de germinação para *A. discolor* terem ocorridos a 25°C para ambas as procedências, as quais apresentaram valores semelhantes entre si, foram consideradas baixas as taxas germinativas obtidas para a espécie – 46,00% e 49,00%, Mata de Dois Irmãos e Privê Vermont, respectivamente (Tabela 4). Tais resultados, entretanto, foram estatisticamente superiores aos obtidos a 30°C.

Com relação ao índice de velocidade de germinação verificou-se que, apesar das procedências apresentarem semelhanças entre si tanto na temperatura de 25°C como na de 30°C, esses tratamentos foram estatisticamente diferentes quando comparados dentro de cada procedência, sendo detectada maior rapidez de germinação para as sementes de ambas as localidades na temperatura de 25°C.

Já os tempos médios e as velocidades médias de germinação das sementes mostraram comportamentos semelhantes tanto para o nível térmico de 25°C e de 30°C entre as localidades avaliadas quanto para essas mesmas temperaturas dentro de cada procedência (Tabela 4).

Tabela 4. Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ ) de germinação das sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC. provenientes de dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados em Recife e Camaragibe, Pernambuco, submetidas a três temperaturas constantes

Procedência	Dois Irmãos		Privê Vermont		Dois Irmãos		Privê Vermont	
	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont
Temperatura	Germinação (%)		IVG		Tempo médio (dias)		Velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ )	
25°C	46,00 aA	49,00 aA	0,91 aA	1,00 aA	11,09 aA	10,10 aA	0,09 aA	0,10 aA
30°C	19,00 bA	21,00 bA	0,39 bA	0,41 bA	9,71 aA	10,43 aA	0,10 aA	0,10 aA
35°C	—	—	—	—	—	—	—	—
CV (%)	37,98	19,56	40,79	14,47	9,22	13,49	9,74	9,89

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

Silva et al. (2007), trabalhando com sementes de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg., colocadas sobre vermiculita e submetidas a diferentes temperaturas, obtiveram percentuais de germinação em torno de 77% a 25 e 30°C. Resultados semelhantes também foram constatados por Martins Netto e Faiad (1995) com sementes de *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg., envolvidas em rolo de papel, para temperaturas alternadas de 20 - 25°C, e Souto et al. (2010) com sementes de *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll. Arg. semeadas entre vermiculita, para as condições térmicas de 25, 30, 20 – 25°C e 20 – 30°C., respectivamente. Já Freitas (2008) obteve taxa de germinação superior a 80% para sementes de *Aspidosperma spruceanum* Benth. Ex Müll. Arg. submetidas a temperaturas constantes de 20 e 25°C, semeadas sobre vermiculita e areia mais serragem, entretanto quando expostas a papel toalha o percentual de germinação variou de 47 a 53%, respectivamente. Tais resultados demonstram que sementes das espécies acima são favorecidas por uma amplitude térmica maior que as condiciona apresentar comportamento germinativo altamente eficiente quando comparadas com unidades reprodutivas de *A. discolor*, cujo potencial germinativo foi baixo para as condições estudadas, o que permite supostamente enquadrá-la como espécie de comportamento estenotérmico.

### 3.3. Efeito da Luz na Germinação e Vigor das Sementes de *A. discolor*

Detectou-se para os diferentes regimes de luz a ocorrência de germinação das sementes provenientes das duas localidades estudadas, permitindo a princípio categorizá-las como fotoblásticas neutras, afotoblásticas ou fotoblásticas positivas preferenciais, conforme as classificações propostas por Marcos Filho (2005), Ferreira e Borgthetti (2004), Rizzini (1997), Popinigis e Santos (1990) e Klein e Felipe (1991).

Não houve diferença significativa nos tratamentos luz branca, vermelho e vermelho extremo, entretanto houve diferença significativa entre esses e o escuro contínuo (Tabela 5) na porcentagem de germinação das sementes de *A. discolor*.

Com relação ao índice de velocidade de germinação das sementes de *A. discolor* (Tabela 5) foram verificadas semelhanças estatísticas para o fator presença de luz, tanto entre as procedências quanto dentro das mesmas. Esse comportamento foi verificado também para a ausência de luminosidade entre as

procedências. Entretanto, ao se comparar a presença da luz com a sua ausência, observou-se a ocorrência de diferenças significativas entre esses regimes para as sementes das duas localidades.

Verificou-se que não houve diferença significativa para o tempo médio e velocidade média de germinação das sementes submetidas aos diferentes regimes de luz independente das procedências avaliadas (Tabela 5).

As regras para análise de sementes enfatizam que unidades reprodutivas de muitas espécies germinam tanto na presença quanto na ausência de luz, apresentando, portanto, sensibilidade a esse fator (BRASIL, 1992). Para Malavasi (1988) a ocorrência ou não da germinação pela luz é consequência de uma reação química fator reversível, contida pelo fitocromo, pigmento de natureza protéica, encontrado nas plantas em duas formas interconvertíveis.

Trabalhos desenvolvidos com espécies congêneres de *A. discolor* e outros gêneros de Apocynaceae, bem como de outras famílias botânicas silvestres de grupos ecológicos pioneiros e mais avançados de sucessão, têm demonstrado uma forte tendência dessas espécies produzirem sementes com capacidade germinativa indiferente à presença ou ausência da luminosidade. Sakita et al. (2007), por exemplo, testando a influência luminosa no comportamento germinativo de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. constataram que suas sementes apresentaram germinação em diferentes intensidades de luz, permitindo, portanto, classificá-las como fotoblásticas neutras. Esse mesmo resultado também foi detectado em sementes de *Aspidosperma ramiflorum* e *Acacia polyphylla* DC. (SILVA et al., 2007), *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. (OLIVEIRA e MEDEIROS FILHO, 2007), *Calophyllum brasiliensis* Camb. (FERREIRA et al., 2007), *Copaifera langsdorffii* Desf. (RODRIGUES et al., 2007; GUERRA et al., 2006), *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (HENICKA et al., 2006), *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (FERRAZ-GRANDE e TAKAKI, 2006), *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (AMARO et al., 2006) e *Bauhinia forficata* Linck (ROSA e FERREIRA, 2001).

Portanto, as sementes de *A. discolor* de ambas as procedências apresentam aptidão para semeio em áreas com os diferentes regimes de luminosidade testados, ou seja, tanto em ambientes de pequenas clareiras como naqueles sob influências do dossel florestal.

Tabela 5. Porcentagem, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (dias) e velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ ) de germinação das sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC. provenientes de dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados em Recife e Camaragibe, Pernambuco, submetidas a quatro regimes de luz

Intensidade de luz	Procedência		IVG		Tempo médio (dias)		Velocidade média ( $\text{dia}^{-1}$ )	
	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont
Branca	53,00 aA	51,00 aA	1,24 aA	1,14 aA	9,21 aA	9,45 aA	0,11 aA	0,11 aA
Vermelha	58,00 aA	56,00 aA	1,39 aA	1,37 aA	8,90 aA	8,94 aA	0,11 aA	0,11 aA
Vermelha intensa	52,00 aA	50,00 aA	1,24 aA	1,30 aA	9,08 aA	8,37 aA	0,11 aA	0,12 aA
Escuro	30,00 bA	28,00 bA	0,66 bA	0,69 bA	9,50 aA	8,37 aA	0,11 aA	0,12 aA
CV (%)	24,41	18,78	24,86	19,20	5,46	10,70	10,94	11,54

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

#### 4. CONCLUSÕES

As dimensões relacionadas ao comprimento e espessura dos frutos e o diâmetro de sementes de *Aspidosperma discolor* A. DC., procedentes de duas populações de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, são divergentes, ratificando a hipótese da ocorrência de variabilidade biométrica que caracteriza unidades reprodutivas de vários táxons arbóreos tropicais, podendo ser usado como indicadores genéticos para a espécie estudada.

As sementes da espécie são potenciais fontes de alimentos para insetos forrageadores da ordem Lepidoptera representada pelas espécies *Lamprosema dorisalis* Walker e *Diaphania esmeralda* Hampson.

O melhor desempenho germinativo ocorreu a 25°C. A temperatura de 35°C não deve ser utilizada em teste de germinação das sementes de *A. discolor*.

As sementes de ambas as procedências apresentaram aptidão para germinar tanto na presença da luz quanto em condições de pouca luz ou na sua ausência. Esse comportamento permite enquadrá-las como fotoblásticas preferenciais ou neutras.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALHEIROS, M. M. **Os morros da Região Metropolitana do Recife**. 1998. Disponível em <http://www.proventionconsortium.org/files/morros/cap01.pdf>. Acessado em 03/11/2009.
- AMARO, M. S. et al. Influência da temperatura e regime de luz na germinação de sementes de janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel.). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 450 – 457, 2006.
- ANDRADE, A. K. N. **O lugar em Aldeia: significado, valores, percepções e atitudes dos moradores dos condomínios residenciais de Aldeia, Camaragibe – PE**. 2006. 300f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Recife.
- ANDRADE-LIMA, D. Tipos de florestas de Pernambuco. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Rio de Janeiro, v. 12, p. 69 – 85, 1961.
- AÑEZ, L. M. M. et al. Temperaturas para germinação de sementes de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Trec – Moraceae). **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 6, n. 1, p. 167 – 176, 2002.
- ASSIS, L. F. **A difusão do turismo de segunda residência nas paisagens insulares: um estudo sobre o litoral Sul da Ilha de Itamaracá – PE**. 2001. 177f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Recife.
- AYRES, M. et al. **BioEstat 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. 4 ed. Belém: IOEPA, 2005. 324 p.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209 – 222.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, n. 6, n. 1, p. 9 – 18, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Brasil Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992. 365 p.
- CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 131 – 140, 2003.
- CASTRO R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água: In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51 – 67.

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e de luz. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 489 – 494, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: Funep. 2000. 588 p.

COUTINHO, R. Q. et al. Características climáticas, geológicas, geomorfológicas e geotécnicas da Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PÔRTO, K. C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos**: estudo em um remanescente de mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – Sectma – Ed. Universitária da UFPE, 1998. p. 21 – 49.

CRAWLEY, M. J. Seed predators and plant population dynamics. In: FENNER, M. **Seeds**: the ecology of regeneration in the plant communities. CAB International, Wallingford. 1992. p. 157 – 191.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161 – 165, 2001.

DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 133 – 144, 2006.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. 4 ed. Oxford: Pergamon Press. 1990. 600 p.

FARRELL, B. D.; DUSSOURD, D. E.; MITTER, C. Escalation of plant defense: do latex and resin canals spur plant diversification? **The American Naturalist**, Chicago, v. 138, n. 4, p. 881 – 900, 1991.

FENNER, M; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press. 2005. 260 p.

FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Caesalpinoideae). **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 37 – 42, 2006.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, C. A. R.; FIGLIOLIA, M .B.; ROBERTO, L. P. C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. **Instituto Florestal Série Registro**, São Paulo, n. 31, p. 173 – 178, 2007.

FIDEM. **Reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife**. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Recife, Brasil, 1987. 108 p.

FREITAS, A. D. D. **Aspectos tecnológicos e morfoanatômicos de sementes maduras, plântulas e plantas jovens de *Aspidosperma spruceanum* Benth. Ex Mull. Arg. (Apocynaceae)**. 2008. 130f. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

GUEDES, M. L. S. A vegetação fanerogâmica da Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: In. MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PORTO, K. C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Editora Universitária, Recife. 1998. p. 157 – 172.

GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Efeito da temperatura e da luz nas sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 39 – 43, 2006.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84 – 91, 2006.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Variation in the germination and amino acid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, Maryland, v. 58, n. 1, p. 7 – 11, 1976.

HENICKA, G. S. et al. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr.: temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 4, n. 1, p. 37 – 46, 2006.

IMATOMI, M.; PEREZ, S. C. J. G.; FERREIRA, A. G. Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 36 – 47, 2009.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco**. Recife, Ministério da Agricultura/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1973. 359 p. (Boletim Técnico n. 26; Série Pedológica n. 14).

JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Chicago, v. 2, p. 465 – 492, 1971.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 955 – 966, 1991.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983. 174 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Rima Artes e Textos, São Carlos, 2000. 531 p.

LEWINSOHN, T. M. ; VASCONCELLOS-NETO, J. Como insetos sabotam defesas de plantas: o caso do látex, p. 281 – 297. In: MARTINS, R. P.; LEWINSOHN, T. M.; BARBEITOS, M. S. Ecologia e comportamento de insetos. **Oecologia Brasiliensis**, v.III. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. 2000.

MACHADO, I. C.; LOPES, A.V. PORTO, K. C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 1998. 326 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176 – 177, 1962.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA RODRIGUES, F. C. M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25 – 40.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill. 1986. 223 p.

MARTINS, C. C. et al. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 47 – 53, 2000

MARTINS NETTO, D. A.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 75 – 80, 1995.

MARTINS, M. A. G.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) Okuntze (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.1, p. 109 – 121, 2001.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 e. London: Pergamon Press. 1989. 270 p.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Unicamp. 1995. p. 37 – 41.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, Lawrence, v. 28, n. 2, p. 180 – 191, 1996.

OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 4, p. 268 – 274, 2007.

OLIVEIRA, D. M. T.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 1, p. 91-100, 1994.

OLIVEIRA, L. M. et al. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. – Bignoniaceæ. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 29, n. 3, p. 642 – 648, 2005.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**. Curitiba: Imprensa Universitária. 2007. 185 p.

ONODY, H. C. Estudo da fauna de Hymenoptera parasitóides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae). 2009. 127f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

PINTO, A. A. **Avaliação de danos causados por insetos em sementes de Andiroba [(*Carapa guianensis* Aubl.) e Andirobinha (*C. procera* DC.) (Meliaceae)] na Reserva Florestal Adolpho Ducke em Manaus, AM, Brasil**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus.

PINTO, W. S. et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9 p. 1059 – 1066, 2003.

POPINIGIS, F.; SANTOS, D. S. B. **Fisiologia da semente**. Brasília: MEC/Abeas. 1990. 104 p. (Curso de especialização por tutoria à distância).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997. 747 p.

RODRIGUES, A. C. C. et al. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. Cebil (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**- Publica Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/Faef, n. 8, 2006. 15 p.

RODRIGUES, P. M. S. et al. Efeito da luz e da procedência na germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 264 – 266, 2007.

ROSA, S. G. T.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147 – 154, 2001.

SAKAI, S. Phenological diversity in tropical forests. **Population Ecology**, Tokyo, v. 43, n. 1, p. 77 – 86, 2001.

SAKITA, A. E. N.; SILVA, A.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. **Instituto Florestal Série Registro**, São Paulo, n. 31, p. 203 – 207, 2007.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Revista Floresta**. Curitiba, v. 37, n. 3, p. 353 – 361, 2007.

SILVA, C. W. M.; LYRA, L. H. B.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Educação ambiental contribuindo para a preservação da Mata de Dois Irmãos, Recife – PE. **Revista Eletrônica Mestrado Educação Ambiental**. Rio Grande do Sul, v. 11, p. 21 – 33, 2003.

SILVA, J. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Raphanus sativus* L. submetidas à reguladores de crescimento. In: XVIII CIC E XI Enpos I Mostra Científica, UFPel. 2009. Disponível em: [www.ufpel.tche.br/cic/2009/cd/biologicas.html](http://www.ufpel.tche.br/cic/2009/cd/biologicas.html). Acessado em 15/jan/2010.

SOUTO, E. B.; SILVA, A.; CIELO-FILHO, R. Germinação de sementes de *Aspidosperma cylindrocarpon* M. Arg. (Peroba-poca) submetidas a diferentes temperaturas. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL**, 4, São Paulo, 2010. Instituto Florestal, 2010. 8 p.

VELLOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Ministério das Minas e Energia/Projeto Radambrasil, 1982. 80 p.

VIDAL, V. N. Considerações sobre as sâmaras que têm ala paranuclear. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 47, p. 109 – 168, 1993.

VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica. Secretaria-Pro-tempore. 1996. 367 p.

WEBER, A.; REZENDE, S. M. R. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: histórico e situação atual. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PORTO, K.C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos**: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Editora Universitária, Recife. 1998. p. 9 – 19.

## **Capítulo II**

**Desenvolvimento de mudas de *Aspidosperma discolor* A. DC. submetidas à diferentes níveis de sombreamento em viveiro florestal**

## RESUMO

Considerada semidecídua, com ocorrência nas florestas estacionais com incidência de radiação solar moderada e em florestas perenes sob influência de radiação solar difusa, *Aspidosperma discolor* A. DC. apresenta características ecológicas de espécies heliófilas e esciófilas. Portanto, baseado nesse comportamento, o objetivo deste trabalho foi avaliar, durante dez meses, o desenvolvimento e repartição de biomassa de mudas dessa espécie submetidas a diferentes níveis de sombreamento: 0, 50, 70 e 90%; os quais denotam, respectivamente, matas apresentando áreas totalmente degradadas; clareiras pequenas; dossel em processo de fechamento e dossel compactado. Sementes germinadas da espécie com radícula em torno de 2 cm de comprimento, procedentes de plantas matrizes de dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco; foram repicadas para sacos plásticos contendo solo de textura argila-arenosa, os quais foram divididos em lotes e acondicionados em canteiros do viveiro florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco. A cada sessenta dias, eram selecionados ao acaso dez recipientes por tratamento e procedência para retirada, lavagem em água corrente e encaminhamento das mudas ao Laboratório de Análises de Sementes Florestais dessa universidade, para o seccionamento e mensurações da altura dos caulículos, comprimento das raízes, diâmetro dos colos, área foliar e determinação do número de folhas. Posteriormente, as partes seccionadas das mudas foram submetidas à secagem em estufa marca Fanem, com temperatura controlada de 70°C, até atingir peso constante; para quantificação da biomassa seca das partes aérea e subterrânea. Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições contendo vinte recipientes por tratamento e procedência. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro níveis de sombreamento e duas procedências). Após análise da variância, as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Decorridos os dez meses de avaliação, os resultados obtidos revelaram que mudas de *Aspidosperma discolor* sob diferentes níveis de sombreamento apresentaram maior desenvolvimento da parte aérea em comparação ao sistema radicular, bem como plasticidade fenotípica bastante favorável à sua aclimação em ambientes com sombreamento de 50%, o que caracteriza clareiras pequenas; mas com aptidão para se desenvolver em sítios com

sombreamento denso. Portanto, a espécie apresenta comportamento típico de táxons ciófilos facultativos ou de estágios intermediários de sucessão. Essa peculiaridade favorece o uso da espécie em programas de restauração de matas degradadas em processo efetivo de recuperação ou em enriquecimento de fragmentos da Floresta Ombrófila Densa de terras baixas.

**Palavras-chave:** espécies heliófilas e esciófilas; biomassa; sombreamento

## ABSTRACT

Considered semi-deciduous, occurring in the seasonal forests with moderate incidence of solar radiation and evergreen forests under the influence of diffuse solar radiation, *Aspidosperma discolor* A. DC. presents ecological characteristics of species heliophyllous and species of shade. Therefore, the aim of this study was to evaluate, for ten months, the development and distribution of biomass of seedlings of this species under different shading levels (0, 50, 70 and 90%), which denote respectively, forests presenting totally degraded areas, small gaps, canopy in the process of canopy closure and compacted. Germinated seeds of this species with root about 2 cm long, coming from plants of two fragments of Dense Ombrophylous Forest in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco, Brazil, were transplanted to plastic bags containing soil, sandy clay, which were divided into lots and stored in forest nursery beds of the Federal Rural University of Pernambuco. Every sixty days, were randomly selected ten containers per treatment and origin for withdrawal, washing in water and delivery of seedlings to the Laboratory of Forest Seeds of this university, for sectioning and measurement of the height of the stem, root length, collar diameter, leaf area and determining the number of leaves. Subsequently, the parties split the seedlings were dried in an oven brand Fanem controlled temperature of 70°C until reaching constant weight, to quantify the biomass of the aerial parts and ground. Were employed completely randomized design with five replicates containing twenty containers per treatment and provenance. Treatments were arranged in a factorial 4 x 2 (four levels of shading and two origins). After analysis of variance, the averages were compared by Tukey test at 5% probability. After ten months of evaluation, the results showed that seedlings of *Aspidosperma discolor* under different shading levels had higher shoot growth compared to the root system and phenotypic plasticity rather favorable to their acclimation in environments with 50% shading, which features small gaps, but with ability to develop sites with dense shade. Therefore the species has a typical behavior of taxa shade tolerant or intermediate stages of succession. This peculiarity favors the use of species for the restoration of degraded forests in the actual process of recovery or enrichment of Lowlands Dense Ombrophylous Forest fragments.

**Keywords:** species heliophyllous, species of shade, biomass, shading.

## 1. INTRODUÇÃO

As expressivas modificações observadas na estrutura, composição e fisionomia da Mata Atlântica, decorrentes do longo período de exploração antrópica que assolou esse bioma, têm induzido gradativamente a necessidade de se obter e aprimorar novos conhecimentos de técnicas de produção de mudas em viveiro, com o objetivo de atender a demanda de recomposição das áreas devastadas, como forma de assegurar tanto a continuidade do potencial econômico dos fragmentos remanescentes (MUROYA et al., 1997), quanto à conservação dos recursos hídricos, edáficos e genéticos da biodiversidade.

A obtenção do êxito no processo de recomposição vegetal de áreas impactadas está diretamente relacionada com a qualidade de mudas produzidas que, além de resistirem às condições indesejáveis impostas pelo ambiente, devem desenvolver-se no sentido de produzir indivíduos arbóreos que reflitam fenotipicamente os padrões característicos das mudas que os originaram.

Para Ferreira et al. (1977), uma das razões do insucesso verificado nos plantios de espécies nativas é se desconsiderar os conhecimentos de suas exigências ecológicas. Portanto, o suprimento inadequado de um dos componentes relacionados aos fatores climáticos, edáficos, fisiográficos e biológicos pode reduzir o vigor da planta e comprometer seu crescimento e desenvolvimento (RIZZINI, 1997; FELFILI et al., 1999).

No caso específico dos fatores climáticos, Campos e Uchida (2002) salientam que a luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, deve ser considerada como um dos componentes básicos de maior influência no crescimento dos vegetais.

Essa importância atribuída à luz está relacionada ao fato de que quaisquer alterações verificadas nos seus níveis de intensidade podem proporcionar para uma dada espécie ajustada a esses padrões de luminosidade diferentes respostas fisiológicas relacionadas às características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

Portanto, as variações detectadas nos regimes de luz certamente exercerão influências marcantes não só no desenvolvimento diferenciado das plantas, possibilitando uma formação estratificada; mas na distribuição espacial das espécies dentro da comunidade vegetal. Essa capacidade de interferência faz com que

essa componente climática seja considerada, na visão de Amo (1985), o mais importante fator para os mecanismos de regeneração e crescimento das formações florestais.

Considerando-se o fato de que *Aspidosperma discolor* A. DC. apresenta aptidão ecológica para se desenvolver em florestas pluviais e florestas latifoliadas semidecíduais, portanto ambientes com níveis diferenciados de luminosidade, tornou-se fator preponderante avaliar o comportamento de suas mudas sob influência da luz plena e do sombreamento para testar a hipótese de que a espécie pode ter comportamento de esciófila ao participar da composição das florestas latifoliadas tropicais úmidas; e de heliófila quando inseridas na estrutura das florestas estacionais semidecíduais do Brasil Central.

Dentro desse pressuposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de *A. discolor* submetidas à incidência de luz solar plena e a diferentes níveis de sombreamento, em viveiro, e identificar o seu efetivo grupo ecológico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Influência dos Níveis de Sombreamento no Desenvolvimento de Mudanças de *A. discolor*

O experimento foi conduzido no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DCFL/UFRPE), em Recife – PE. Para tanto, foram selecionadas, inicialmente, quatrocentas sementes germinadas e com radículas em torno de 2 cm de comprimento – duzentas procedentes de plantas matrizes do Parque Estadual de Dois Irmãos e duzentas da Mata Privê Vermont -; provenientes de testes germinativos realizados no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do DCFL/UFRPE em bandejas plásticas de 45 cm x 30 cm x 7 cm, contendo areia lavada, peneirada e esterilizada em autoclave (120°C/1 hora). Previamente o substrato foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 60% da capacidade máxima de retenção do substrato (BRASIL, 1992). Em seguida, foram transportadas para recipientes plásticos de polietileno de dimensão de 20 cm de largura por 26 cm de altura, coloração preta, preenchidos com solo de textura argilo-arenosa oriundo da Mata Privê Vermont, cujas análises físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios de Física do Solo e de Química dos Solos, do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, seguindo-se a metodologia proposta pelo Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (EMBRAPA, 1997).

Esses recipientes foram divididos em quatro blocos de cinquenta unidades por procedência e, posteriormente, cada lote foi subdividido em cinco repetições de dez recipientes por tratamento e procedência e, devidamente, acondicionados em um canteiro de 3,5 m x 1,0 m. Sobre cada canteiro, instalou-se uma armação de PVC de um metro de altura coberta de tela de poliolefina (sombrite®) com porcentagem de sombreamento específico, conforme descritos nos tratamentos a seguir, adaptados da metodologia de Salgado et al. (2001) (Figura 1).

- Tratamento 1 – pleno sol (0% de sombreamento).
- Tratamento 2 – 50% de sombreamento.
- Tratamento 3 – 70% de sombreamento.
- Tratamento 4 – 90% (telado lateral tipo sombrite® verde 90% e superior com sombrite® preto 90%).



Figura 1. Experimento realizado no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco evidenciando os diferentes níveis de sombreamento, entre o período de junho de 2008 a abril de 2009

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

Durante dez meses (junho de 2008 a abril de 2009), monitorou-se diariamente, às 9 horas e às 15 horas, as temperaturas de máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ), a umidade relativa do ar (UR%) e, no interior de cada cobertura de poliolefina, a luminosidade solar por meio de um luxímetro digital, marca Minipa.

Diariamente, pela parte da manhã, os tratamentos foram irrigados manualmente por meio de uma mangueira até o completo umedecimento do substrato.

A cada sessenta dias, foram selecionados, ao acaso, dez recipientes por tratamento e procedência. Para a retirada das mudas sem ocasionar danos severos ao sistema radicular, os sacos foram rompidos verticalmente e o solo removido com água corrente (CABRAL et al., 2004).

Em seguida, essas mudas foram encaminhadas ao LASF para separação e mensuração das partes aéreas e do sistema radicular com o auxílio de uma régua graduada em centímetros e um paquímetro Mitutoyo com precisão de 0,05 mm. Os parâmetros avaliados foram: alturas (cm) do hipocótilo e epicótilo, diâmetro (cm) do colo, área foliar ( $\text{cm}^2$ ), número de folhas e comprimento (cm) da raiz principal.

Os valores médios de área foliar foram obtidos por intermédio de todas as folhas em imagens digitalizadas em scanner de mesa (Scanjet G2710 Hewlett-Packard®), utilizando-se o programa de análise de imagem Image Tool (UTHSCSA, 1997).

Posteriormente, as partes aéreas e os sistemas radiculares foram submetidos à secagem em estufa marca Fanem a 70°C até que atingissem peso constante (SALGADO et al., 2001). Após esse procedimento, todo o material foi pesado, em balança Gehaka BG 2000, com precisão de 0,01 g, para quantificação da produção de matéria seca.

Para análises estatísticas dos dados provenientes das mensurações e pesos secos das mudas de *A. discolor*, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro níveis de sombreamento e duas procedências). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico BioEstat, versão 4.0/2005 (AYRES et al., 2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Influência dos Níveis de Sombreamento no Desenvolvimento de Mudanças de *A. discolor* em Viveiro Florestal

##### 3.1.1. Características Microclimáticas

Na Tabela 1, encontram-se expostos os dados microclimáticos coletados no viveiro florestal durante o período de avaliação do desenvolvimento das mudas sob diferentes incidências de radiação solar. Observou-se que as variações da temperatura média do ar de 27,4°C a 26,1°C, da umidade relativa média de 69,8% a 73,5% e da irradiância de 5.565,80 lux a 4.430,00 lux, verificadas entre fevereiro e abril de 2009, beneficiaram o desenvolvimento das mudas de *A. discolor* submetidas a 50% de sombreamento.

##### 3.1.2. Crescimento das Mudanças

Os dados referentes às alturas da parte aérea e comprimento da raiz principal das plantas submetidas a diferentes níveis de sombreamento encontram-se na Tabela 2.

Verificou-se que até 180 dias não houve influência dos níveis de sombreamento nem das procedências sobre a altura da parte aérea e comprimento da raiz principal. No entanto, aos 240 dias, detectou-se no nível de 50% de sombreamento que as mudas provenientes da Mata Privê Vermont apresentaram maior crescimento da parte aérea (28,12 cm) do que aquelas oriundas da Mata de Dois Irmãos (22,39 cm). Esse comportamento manteve-se até os dez meses, quando as plantas alcançaram altura média de 33,29 cm, para as procedentes da Mata Privê Vermont, e 28,50 cm para as decorrentes do fragmento florestal de Dois Irmãos.

Ao final do experimento as partes aéreas das plantas submetidas à plena luz solar (0% de sombreamento), de ambas as localidades, divergiram estatisticamente entre si, sobressaindo-se aquelas provenientes de Privê Vermont (23,39 cm) em relação às de Dois Irmãos (20,95 cm).

Tabela 1. Dados microclimáticos registrados no viveiro florestal da UFRPE, durante o período de junho de 2008 a abril de 2009

Meses	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Sombreamento (%)				
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	0	50	70	90	
<b>Anos</b>							<b>Luminosidade (lux)</b>				
2008	Junho	27,0	24,8	26,0	81,5	79,0	80,3	6007,25	3495,90	1991,20	1534,70
	Julho	28,5	24,5	26,5	81,0	76,0	78,5	8700,25	4518,60	2119,00	2009,90
	<b>Agosto</b>	29,6	22,0	25,8	83,0	77,5	80,3	8563,25	3509,60	1539,00	1197,40
	Setembro	29,0	24,5	26,8	77,0	71,5	74,3	9957,16	4430,00	2056,00	2002,70
	<b>Outubro</b>	28,5	24,7	26,6	74,0	72,0	73,0	9447,50	3923,00	1534,70	1068,70
	Novembro	29,6	24,0	26,8	76,5	69,5	73,0	10077,50	6485,00	2892,00	2123,30
	<b>Dezembro</b>	30,0	25,7	27,9	75,0	73,5	74,3	9101,00	4517,70	2355,30	1770,40
2009	Janeiro	30,0	25,3	27,7	73,0	70,0	71,5	13727,41	5812,00	2353,20	1479,40
	<b>Fevereiro</b>	29,7	25,0	27,4	71,5	68,0	69,8	13695,66	5565,80	2363,00	1334,00
	Março	28,2	24,4	26,3	76,0	64,0	70,0	14272,50	6695,00	2448,30	1262,40
	<b>Abril</b>	28,9	23,3	26,1	78,0	69,0	73,5	9957,16	4430,00	2056,00	2002,70

Meses em negrito correspondentes as coletas das mudas com 60, 120, 180, 240 e 300 dias após o início do experimento sobre a influência da radiação solar no desenvolvimento de mudas de *A. discolor* A. DC., procedentes de sementes coletadas na Mata de Dois Irmãos, Recife, e Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

Considerando-se o comprimento da raiz principal, aos dez meses as plantas de ambas as procedências expostas a 50% de sombreamento apresentaram as maiores médias, tanto para as de Dois Irmãos (17,59 cm) quanto para as de Privê Vermont (22,44 cm), que, além de divergirem estatisticamente entre si, diferiram de forma significativa das médias encontradas para os demais níveis de sombreamento.

Com relação aos tratamentos 0%, 70% e 90% de sombreamento, não houve diferença significativa entre suas médias, para ambas as procedências. No entanto, entre esses tratamentos, evidenciou-se o menor crescimento radicular nas plantas submetidas à plena luz solar provenientes das duas localidades estudadas (Tabela 2).

Felfili et al. (2005), avaliando o comportamento de mudas de *Aspidosperma subincanum* Mart., espécie de ocorrência em matas de galeria e florestas semidecíduas, submetidas a 0, 50, 70 e 90% de sombreamento, durante dezesseis meses, detectaram que a parte aérea das mudas apresentou crescimento bastante lento, sem diferença significativa durante o período de avaliação. Perceberam, ainda, a ocorrência de mortalidade em mudas submetidas ao maior estresse lumínico (0 e 90%).

Esse comportamento também foi verificado por Martins et al. (2005) para a altura da parte aérea de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *subvelutinum* Benth., pois perceberam que o crescimento inicial dessa variável alométrica, sob as mesmas condições de sombreamento testadas com *A. discolor* e *A. subincanum*, respondeu igualmente aos diferentes níveis de sombreamento empregados, permitindo deduzir, portanto, que a espécie não apresenta plasticidade fenotípica aérea em relação ao gradiente luminoso. Outros autores também obtiveram respostas semelhantes, entre estes, Aguiar et al. (2005), Pinto et al. (1993); Pedroso e Varela (1995), que não detectaram em *Caesalpinia echinata* Lam., *Licaria canella* (Meissn.) Kosterm. e *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. divergências estatísticas significativas no alongamento aéreo das mudas dessas espécies sob diferentes níveis de sombreamento.

Ramos et al. (2003) observaram em mudas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne ausência de plasticidade fenotípica no crescimento da parte aérea em todos os níveis de sombreamento testados (0, 30, 70 e 90%), durante quatorze meses de idade. Aos dezesseis meses, entretanto, perceberam significativa plasticidade para essa variável alométrica no nível de 90% em comparação as

demais intensidades de sombra, cujo comportamento se manteve inalterado, permitindo aos autores admitirem para a espécie seu caráter heliófilo.

A plasticidade demonstrada para a altura da parte aérea das mudas de *A. discolor* submetidas a gradiente lumínico, entretanto, tem sido verificada com bastante frequência com outras espécies nativas tropicais. Demuner et al. (2004), avaliando a influência da luz plena e dois níveis de sombreamento (45 e 90%) no crescimento de mudas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, observaram ao final de 150 dias a ocorrência de plasticidade variável para a espécie, uma vez que suas mudas apresentaram desenvolvimento diferenciado entre a luz plena e os gradientes de sombreamentos, levando aos autores a credenciá-la como espécie oportunista. Salgado et al. (2001), analisando o crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf., e Felfili et al. (1999) em plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth., ambas submetidas aos mesmos níveis de sombreamento aplicados a *A. discolor*, constataram certa plasticidade fenotípica ou aclimatação da parte aérea as variações dos níveis de sombreamento e a luz plena, permitindo aos autores enquadrá-las como espécies heliófilas com tolerância ao sombreamento, conforme observado para mudas de *A. discolor* quando submetidas a 50% de sombreamento, onde alcançaram maior altura total para as duas procedências em comparação aos demais níveis de sombra. Resultados semelhantes foram observados por Melo et al. (2008), para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.; Campos e Uchida (2002), em mudas de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don e *Ochroma lagopus* Swartz; Marimon et al. (2008), em plantas jovens de *Brosimum rubescens* Taub.; Almeida et al. (2005), para mudas de *Jacaranda puberula* Cham.; e Silva et al. (2007), em indivíduos jovens de *Hymenaea parvifolia* Huber, respectivamente.

Estudos relacionados ao crescimento radicular das espécies tropicais têm revelado padrões diferenciados de comportamento para o gradiente de sombreamento. Felfili et al. (2005) evidenciaram que o comprimento da raiz principal de mudas *A. subincanum* apresentou comportamento similar tanto na presença da luz solar plena quanto nos diferentes níveis de sombreamento, demonstrando, portanto, ausência de plasticidade desse órgão sob condições lumínicas divergentes. Essa característica também foi constatada por Campos e Uchida (2002), em mudas de *J. copaia* submetidas a três níveis de sombreamento (30, 50 e 70%) e a pleno sol.

Portela et al. (2001) trabalhando com mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub., observaram para a primeira espécie a ocorrência de certa plasticidade fenotípica radicular quando submetida a pleno luz solar e a 30, 50 e 75% de sombreamento; enquanto, para a segunda espécie, detectaram nessas mesmas condições ausência dessa habilidade para esse órgão. Farias Júnior et al. (2007), por sua vez, concluíram que mudas de *Parkinsonia aculeata* L. apresentam plasticidade radicial quando expostas a 75% de sombreamento e a luz plena.

Apesar de não terem detectado plasticidade fenotípica radicular entre os níveis de sombreamento 0, 50, 70% para mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L., Câmara e Endres (2008) perceberam que essas espécies passaram a ter essa tendência quando foram expostas ao nível de 92%. Esse comportamento foi comprovado também para as mudas de *A. discolor* de ambas as procedências, uma vez que, submetidas às condições de 0, 70 e 90% de sombreamento, não expressaram plasticidade fenotípica radicular, entretanto, desenvolveram essa habilidade quando expostas a 50%.

### 3.1.3. Altura Total das Mudas

Apesar de ser detectada diferença estatística aos 120 dias, entre as médias da altura total das plantas de ambas as procedências sob 50% de sombreamento e, aos 180 dias, entre as médias de 70% e 90% de sombreamento dentro da procedência da Mata de Dois Irmãos; foi a partir dos 240 dias em que se verificaram as maiores médias de altura total para as plantas provenientes do fragmento de Dois Irmãos (34,36 cm) e de Privê Vermont (40,03 cm), no nível de sombreamento de 50%, que, além de diferirem entre si, foram as mais expressivas e estatisticamente significativas quando comparadas com as médias dos demais tratamentos (Tabela 2).

No caso específico dos indivíduos das duas localidades submetidos a 70% e 90% de sombreamento, constataram-se diferenças estatísticas, sendo observada superioridade para as plantas oriundas de Privê Vermont (34,20 cm e 33,27 cm) aos 240 dias (Tabela 2).

Ao final do experimento, observou-se o maior crescimento em altura total das mudas expostas a 50% de sombreamento oriundas tanto da Mata Privê Vermont

(55,73 cm) como da Mata de Dois Irmãos (46,09 cm) (Figura 2), em relação aos demais níveis de sombreamento (Tabela 2).

Tabela 2. Dados médios de mudas de *Aspidosperma discolor* A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Altura da parte aérea, Comprimento da raiz principal e Altura total da muda, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009

Idade (dias)	Sombreamento (%)	Altura da parte aérea (cm)		Comprimento da raiz principal (cm)		Altura total das mudas (cm)	
		Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont
60	0	6,19 Aa	6,29 Aa	4,74 Aa	4,70 Aa	10,92 Aa	10,99 Aa
	50	5,88 Aa	6,41 Aa	5,11 Aa	5,47 Aa	10,99 Aa	11,87 Aa
	70	5,70 Aa	6,02 Aa	4,62 Aa	5,20 Aa	10,32 Aa	11,22 Aa
	90	5,57 Aa	5,41 Ba	5,23 Aa	5,13 Aa	10,79 Aa	10,54 Aa
120	0	8,32 Aa	8,82 Aa	5,52 Aa	6,60 Aa	13,85 Aa	15,42 Aa
	50	8,44 Ab	9,92 Aa	5,34 Aa	5,93 Aa	13,78 Ab	15,86 Aa
	70	8,08 Aa	9,15 Aa	5,31 Aa	8,14 Aa	13,38 Ab	17,29 Aa
	90	8,05 Aa	8,97 Aa	5,49 Aa	6,41 Aa	13,54 Aa	15,38 Aa
180	0	9,29 Aa	9,71 Aa	7,30 Aa	7,36 Aa	16,59 ABa	17,06 Aa
	50	10,03 Aa	10,35 Aa	6,89 Aa	5,59 Aa	16,92 ABa	15,94 Aa
	70	10,02 Aa	10,75 Aa	7,10 Aa	8,13 Aa	17,12 Aa	18,88 Aa
	90	9,56 Aa	10,07 Aa	5,44 Aa	7,36 Aa	15,00 Ba	17,43 Aa
240	0	18,37 Ba	20,09 Ba	10,79 Ba	12,28 Aa	29,17 Bb	32,36 Ba
	50	22,39 Ab	28,12 Aa	11,96 Aa	11,91 Aa	34,36 Ab	40,03 Aa
	70	19,77 Bb	21,65 Ba	11,45 ABa	12,55 Aa	31,22 Bb	34,20 Ba
	90	19,15 Bb	21,47 Ba	11,45 ABa	11,80 Aa	30,60 Bb	33,27 Ba
300	0	20,95 Bb	23,39 Ba	10,87 Ba	12,53 Ba	31,82 Bb	35,91 Ba
	50	28,50 Ab	33,29 Aa	17,59 Ab	22,44 Aa	46,09 Ab	55,73 Aa
	70	22,17 Ba	23,35 Ba	12,70 Ba	13,48 Ba	34,88 Ba	36,83 Ba
	90	21,76 Ba	22,81 Ba	12,46 Ba	13,04 Ba	34,23 Ba	35,85 Ba

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas de cada procedência, dentro de cada idade, e minúsculas nas linhas entre procedências não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

#### 3.1.4. Diâmetro do Colo das Mudanças

Aos 120 dias, as mudas oriundas de sementes colhidas em Dois Irmãos e submetidas a 50 e 70% de sombreamento apresentaram os menores diâmetros do colo, enquanto naquelas provenientes de Privê Vermont isto ocorreu a pleno sol e a 90% de sombreamento.

A partir dos 240 dias, entretanto, os diâmetros do colo obtidos sob 50% de sombreamento para as duas procedências apresentaram médias similares entre si

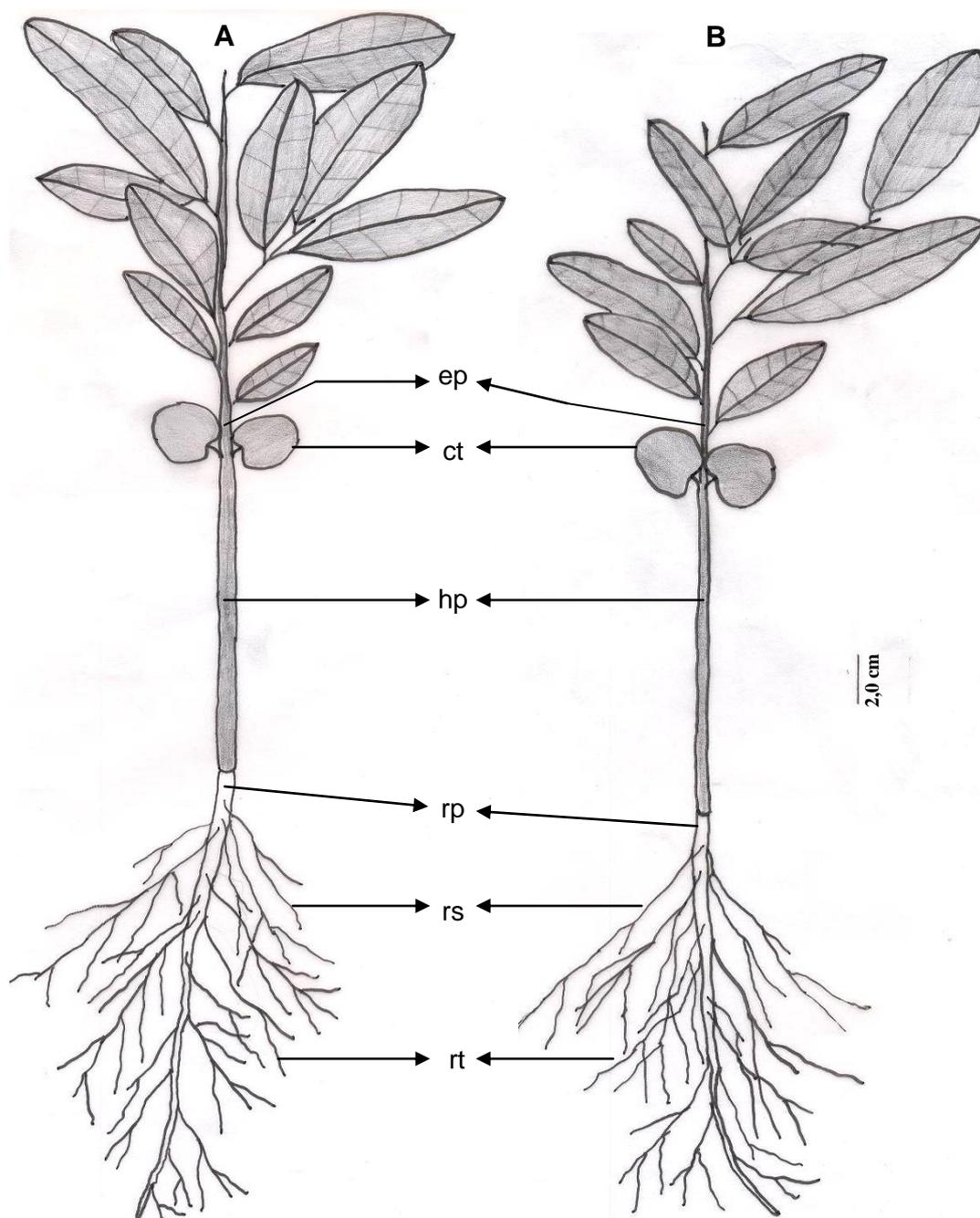


Figura 2. Detalhes morfológicos das plantas de *Aspidosperma discolor* A. DC. com dez meses de idade submetidas à 50% de sombreamento. A – oriunda de semente procedente da Mata Privê Vermont, Camaragibe, B – oriunda de semente procedente da Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

ep: epicótilo; ct: cotilédone; hp: hipocótilo; rp: raiz principal; rs: raiz secundária; rt: raiz terciária

(0,44 cm e 0,46 cm) e estatisticamente superiores quando comparadas com as médias dos demais níveis de sombreamento, tanto entre as procedências quanto dentro das mesmas. Esse comportamento também se verificou aos 300 dias, quando o diâmetro médio das plantas oriundas de Dois Irmãos e de Privê Vermont

atingiu 0,64 cm e 0,66 cm, respectivamente, mantendo a superioridade estatística em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

Considerado um dos parâmetros morfológicos de maior importância para avaliar a qualidade de mudas de espécies florestais e, dessa forma, estimar a sua capacidade de sobrevivência após o plantio definitivo (GOMES e PAIVA, 2004; JOSÉ, 2003; FONSECA, 2000; CARNEIRO, 1995; REIS et al., 1991; MEXAL e LANDIS, 1990, o diâmetro do colo tem revelado para mudas de diversas essências florestais comportamento variável quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento e à presença de luz solar.

Felfili et al. (1999) verificaram ampla plasticidade fenotípica no diâmetro do colo de mudas de *Sclerobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. durante seis medições efetuadas ao longo de vinte meses de avaliação dessa espécie sob incidência de luz solar e três níveis de sombra (50, 70 e 90%), detectando sempre os maiores valores para essa variável alométrica nas mudas sob 50% e a pleno sol, confirmando seu caráter heliófilo. Esse mesmo comportamento foi comprovado por Salgado et al. (2001) em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. expostas durante dezessete meses às mesmas condições de sombreamento e a luz solar empregadas para *S. paniculatum* var. *rubiginosum*.

Fagg (2001) evidenciou em plântulas de *Acacia tenuifolia* Willd., aos 372 dias, que o nível de 90% de sombreamento favoreceu de forma significativa ao desenvolvimento do diâmetro do coleto quando comparado a pleno sol, permitindo-o concluir que a espécie apresenta sensibilidade plástica em condições extremas de sombra. Já para *Acacia martiusiana* (Steud.) Burkart, esse mesmo autor constatou que os níveis intermediários de sombreamento (50 e 70%), ao final de 385 dias, foram os mais favoráveis para o desenvolvimento do diâmetro do coleto de suas plântulas quando comparados com os níveis de 90% e a pleno sol, respectivamente.

Em plântulas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex. Hayne, Ramos et al. (2003) detectaram sensibilidade do diâmetro do colo a partir dos dezesseis meses de avaliação quando a espécie apresentou de forma significativa menor desenvolvimento no nível de 90% em comparação as demais condições de sombreamento empregadas (0, 30 e 70%), denotando, portanto, plasticidade para essa variável morfológica.

Portanto, com base nos resultados obtidos para o diâmetro do colo em indivíduos de *A. discolor*, de ambas as procedências, submetidos a diferentes níveis

de sombreamento, pode se inferir que os mesmos apresentam comportamento ecológico típico de espécie heliófila com certo grau de tolerância à sombra, tendo em vista a elevada plasticidade fenológica detectada entre 50% - condição similar de clareira (FELFILI et al., 1999; SALGADO et al., 2001; MARIMON et al., 2008) - e os demais níveis de sombreamento empregados.

### 3.1.5. Área Foliar e Número de Folhas por Planta

Durante a realização do experimento, verificou-se que as plantas provenientes da Mata Privê Vermont e da Mata de Dois Irmãos, quando comparadas entre si, só demonstraram diferença significativa entre suas médias de área foliar no período de 120 dias sob 50% de sombreamento, sendo registrados 5,32 cm<sup>2</sup>, para a primeira procedência, e 3,16 cm<sup>2</sup>, para a segunda (Tabela 3).

Entretanto, dentro de cada procedência, constatou-se superioridade estatística de forma isolada apenas no nível de 50% de sombreamento, tanto no período de 240 quanto no de 300 dias, para Dois Irmãos, quando se registraram 8,73 cm<sup>2</sup> e 19,54 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Já em Privê Vermont, esse aumento da área foliar para o citado nível só foi computada aos 120 dias (5,32 cm<sup>2</sup>) e 300 dias (19,64 cm<sup>2</sup>) (Tabela 3).

Evidenciou-se maior sensibilidade à ação dos raios solares nas plantas submetidas a pleno sol, uma vez que desenvolveram as menores áreas foliares durante todo o período experimental (dez meses).

As evidências de diferença estatística envolvendo número de folhas por planta entre as procedências foram registradas nos tratamentos 50%, 70% e 90% de sombreamento, durante o período de 240 dias. Nessa ocasião, percebeu-se que as plantas descendentes da Mata Privê Vermont demonstraram maior nível de significância de suas médias quando comparadas àquelas decorrentes de Dois Irmãos. Dentre essas médias, a de 9,10 folhas por planta, registrada para 50% de sombreamento, não só se expressou como a mais alta entre as procedências como, também, se constituiu na mais significativa entre aquelas encontradas nos demais níveis de sombreamento para as plantas oriundas de Privê Vermont. Essa superioridade estatística dentro dessa procedência manteve-se até os 300 dias, quando as plantas desse mesmo nível de sombreamento atingiram média de 10,70 folhas por indivíduo de *A. discolor* (Tabela 3).

Tabela 3. Dados médios de mudas de *Aspidosperma discolor* A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Diâmetro do colo, Área foliar e Número de folhas por planta, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009

Idade (dias)	Sombreamento (%)	Diâmetro do colo (cm)		Área foliar (cm <sup>2</sup> )		Número de folhas/planta	
		Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont	Dois Irmãos	Privê Vermont
60	0	0,10 Aa	0,11 Aa	0,41 Aa	0,48 Aa	1,10 Aa	1,50 ABa
	50	0,11 Aa	0,11 Aa	0,64 Aa	0,58 Aa	1,40 Aa	1,60 Aa
	70	0,10 Aa	0,10 Aa	0,55 Aa	0,48 Aa	1,30 Aa	1,00 Ba
	90	0,11 Aa	0,11 Aa	0,47 Aa	0,43 Aa	1,20 Aa	0,80 ABa
120	0	0,14 ABa	0,14 Ba	2,56 Ba	3,07 Ba	2,80 Aa	3,40 Aa
	50	0,13 Bb	0,16 Aa	3,16 BCb	5,32 Aa	3,20 Aa	3,50 Aa
	70	0,13 Bb	0,15 ABa	4,36 Aa	3,98 Ba	2,50 Aa	3,30 Aa
	90	0,15 Aa	0,13 Bb	3,95 ACa	3,67 Ba	2,70 Aa	2,60 Aa
180	0	0,14 Bb	0,19 Aa	4,24 Ba	4,21 Ba	4,40 ABa	3,50 Ab
	50	0,19 Aa	0,16 BCb	5,31 Aa	6,78 Aa	4,70 Aa	3,80 Ab
	70	0,16 Ca	0,18 ACa	4,87 ABa	5,02 ABa	4,20 ABa	3,60 Aa
	90	0,18 Aa	0,15 Bb	4,63 ABa	5,81 ABa	4,00 Ba	2,90 Aa
240	0	0,33 Ba	0,37 Ba	7,14 Ba	6,68 Ba	6,10 Ba	6,90 Ba
	50	0,44 Aa	0,46 Aa	8,73 Aa	8,20 Aa	7,40 Ab	9,10 Aa
	70	0,39 Ba	0,41 Ba	7,32 Ba	6,72 Ba	6,40 ABb	7,90 Ca
	90	0,38 Ba	0,40 Ba	7,74 Ba	6,98 ABa	5,60 Bb	7,60 BCa
300	0	0,39 Ba	0,42 Ba	11,03 Ba	9,86 Ba	7,40 Bb	8,80 Ba
	50	0,64 Aa	0,66 Aa	19,54 Aa	19,64 Aa	8,80 Ab	10,70 Aa
	70	0,44 Ba	0,42 Ba	12,35 Ba	12,10 Ca	7,30 Ba	8,50 Ba
	90	0,41 Ba	0,42 Ba	11,41 Ba	11,63 Ca	7,80 ABa	8,40 Ba

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas de cada procedência, dentro de cada idade, e minúsculas nas linhas entre procedências não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

Considerado importante parâmetro na determinação dos processos fisiológicos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento por influir no índice de área foliar, na intensidade de transpiração e taxa assimilatória líquida (CAMPOS e UCHIDA, 2002), a expansão da lâmina foliar vem sendo indicada como a forma pela qual a planta procura compensar o déficit luminoso, quando submetida a condições variadas de sombreamento.

De acordo com Dale (1988), espécies intolerantes à sombra apresentam área foliar maior em ambientes com elevada disponibilidade luminosa, enquanto as tolerantes expandem sua superfície foliar sob baixa luminosidade. Essa proposição foi comprovada por Rego e Possamar (2006), ao exporem mudas de *Cariniana*

*legalis* (Mart.) Kuntze, espécie pertencente ao grupo ecológico das secundárias tardias (SILVA et al., 2003), a pleno sol e a 70, 64, 44, e 34% de radiação solar incidente, pois obtiveram maiores médias de área foliar para os indivíduos submetidos ao maior percentual de sombreamento (66%). Resultados semelhantes foram obtidos por Sesma et al. (2009) para *Jatropha curcas* L., pois detectaram maior área foliar em mudas expostas a 70 e 87% de sombreamento.

Trabalhos desenvolvidos com espécies tropicais têm demonstrado que a ocorrência de maior área foliar se concentra sob condições de sombreamento intermediário, conforme registrado para *Goupia glabra* Aubl. (DANIEL et al. 1994); *Schizolobium parayba* (Vell.) Blake (MORAES NETO, 1992); *Amburana cearensis* (Fr. All.) A. C. Smith, *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb. e *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. (ENGEL, 1989). Essa tendência foi comprovada em *A. discolor* das procedências estudadas, onde se verificou que o maior índice de área foliar ocorreu nas mudas sob influência de sombreamento intermediário (50%), cuja significância estatística revelou elevada plasticidade fenotípica em relação aos demais níveis de sombreamento avaliados. Esse crescimento mais expressivo, verificado nessa variável alométrica, é mais um parâmetro que contribui firmemente para ratificar o comportamento ecológico dos indivíduos de *A. discolor* como típico de espécie heliófila com certo grau de tolerância à sombra.

Para Nodari et al. (1999), o número de folhas se caracteriza como variável fenotípica de menor peso ecológico para representar diferenças no crescimento de plantas quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento, pois a queda e a emissão de novas folhas são processos contínuos. No entanto, essa variável associada aos demais parâmetros alométricos assume relevância no comportamento ecológico do crescimento de determinadas espécies tropicais.

Felfili et al. (1999), estudando *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, verificaram que os sombreamentos de 0 e 50% proporcionaram, entre dezesseis e dezoito meses de idade, o desenvolvimento de maior número de folhas para a espécie; diminuindo sensivelmente na medida em que os níveis de sombreamento aumentaram para 70 e 90%, respectivamente.

Câmara e Endres (2008), por sua vez, observaram que o maior número de folhas por planta em *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. foi obtido em mudas expostas a 50% de sombreamento, ocorrendo decréscimo significativo para os níveis 0 e 90%, após sessenta e dois dias de averiguação. Marimon et al. (2008) detectaram

melhores resultados no nível de 50% para *Brosimum rubescens* Taub. Para mudas de *Sterculia foetida* L., esses autores verificaram equivalência na quantidade de folhas por planta nos tratamentos 0, 50 e 70% de sombreamento que, estaticamente, foram superiores ao número registrado no nível de 90%, depois de decorridos quarenta e três dias de avaliação.

Felfili et al. (2005) não encontraram diferenças significativas para essa variável alométrica em mudas de *Aspidosperma subincanum* Mart. entre as condições de 0, 50, 70 e 90% de sombreamentos usados para essa espécie. Esse mesmo resultado foi constatado por Aguiar et al. (2005), em mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. submetidas a pleno sol e a 20, 40, 60 e 80% de sombreamento; e por Campos e Uchida (2002), para mudas de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. sob luz plena e níveis de sombreamento de 30, 50 e 70%, respectivamente.

Já Lima et al. (2008) concluíram que mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., na presença de luz plena, são significativamente favorecidas quanto ao número de folhas produzidas em comparação as plantas expostas às condições intermediárias e acentuadas de sombreamento.

Os resultados obtidos por esses autores deixam transparecer, em geral, que a capacidade de determinadas plantas produzirem maior ou menor quantidade de folhas e/ou aumentarem a área foliar quando submetidas a diferentes níveis de sombreamento, não necessariamente seja comportamento exclusivo de espécies heliófilas ou ciófilas obrigatórias; mas sim uma tendência resultante da consequência do crescimento vegetativo da parte aérea de qualquer planta, ao longo do tempo, responsável pela ocorrência do autossombreamento devido à sobreposição foliar, ou interferência de plantas vizinhas, podendo ocasionar, a partir de uma determinada fase, a redução da capacidade fotossintética das folhas situadas na porção inferior; levando-as a produzir menor quantidade de fotoassimilados que circulam até as raízes, o que certamente comprometerá no processo de absorção de nutrientes (BENINCASA, 2003; MADALOSSO, 2007).

Portanto, o maior número de folhas verificadas em plantas de *A. discolor*, submetidas a 50% de sombreamento, foi consequência do maior crescimento vegetativo verificado na porção aérea, devido a melhor eficiência na absorção de nutrientes por parte das raízes dessas mudas, quando comparadas com aquelas submetidas às demais condições de sombreamento.

### 3.1.6. Biomassa do Caulículo e do Sistema Radicular

De acordo com a Tabela 4, evidenciou-se, a partir dos 240 até os 300 dias de idade, que as biomassas dos caulículos das plantas sob 50% de sombreamento de ambas as procedências, bem como dentro das mesmas, apresentaram médias significativamente maiores que àquelas observadas para os demais tratamentos. Verificou-se para o referido tratamento que, ao longo desse período, as médias registradas para Privê Vermont (1,295 g e 5,970 g) foram superiores às obtidas para Dois Irmãos (1,232 g e 5,348 g). Também se constatou que plantas sob 70% e 90% de sombreamento, nas duas procedências, apresentaram médias que diferiram das registradas para os indivíduos submetidos à plena luz solar, neste mesmo período.

Com relação às raízes, registrou-se diferença entre as biomassas observadas para 0% de sombreamento de ambas as procedências só aos 60 dias (0,032 g e 0,024 g). Ainda nesse período, percebeu-se que os tratamentos 50% e 70% de sombreamento apresentaram médias semelhantes entre si, mas diferentes quando comparadas com as obtidas nos níveis 0% e 90% para a procedência Privê Vermont.

Aos 120 dias, verificou-se que a biomassa das raízes das plantas oriundas de Dois Irmãos sob 50% de sombreamento (0,068 g) foi superior as registradas para os tratamentos 0% (0,051 g) e 70% (0,052 g). Para Privê Vermont, detectou-se diferença, nessa mesma faixa etária, entre os níveis 50% (0,071 g) e 0% (0,054 g).

Com 180 dias, notou-se que as raízes das plantas sob 50% de sombreamento, procedentes de Dois Irmãos, apresentaram biomassa superior quando comparada com as obtidas para os demais tratamentos. Já para as procedentes de Privê Vermont não se constatou diferença entre as médias registradas para os níveis de sombreamento analisados.

A partir dos 240 dias até o final do experimento evidenciou-se para cada procedência que as médias obtidas para as biomassas das raízes dos indivíduos sob 50% de sombreamento -1,030 g e 2,408 g para Dois Irmãos e 1,019 g e 2,431 g para Privê Vermont - foram significativas quando comparadas com as médias dos demais tratamentos.

Tabela 4. Dados médios de mudas de *Aspidosperma discolor* A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Biomassa do caulículo, Biomassa do sistema radicular e Biomassa da folha, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.

Idade (dias)	Sombreamento (%)	Biomassa do caulículo (g)		Biomassa do sistema radicular (g)		Biomassa da folha (g)	
		Dois Irmãos	Prive Vermont	Dois Irmãos	Prive Vermont	Dois Irmãos	Prive Vermont
60	0	0,036 Aa	0,042 Aa	0,032 Aa	0,024 Bb	0,012 Aa	0,016 Aa
	50	0,040 Aa	0,044 Aa	0,036 Aa	0,036 Aa	0,018 Aa	0,016 Aa
	70	0,038 Aa	0,038 ABa	0,030 Aa	0,034 Aa	0,014 Aa	0,012 ABa
	90	0,034 Aa	0,034 Ba	0,032 Aa	0,024 Ba	0,012 Aa	0,008 Ba
120	0	0,107 ABa	0,116 Aa	0,051 Ba	0,054 Ba	0,083 Aa	0,105 ABa
	50	0,129 Aa	0,139 Aa	0,068 Aa	0,071 Aa	0,105 Aa	0,106 Aa
	70	0,118 ABa	0,122 Aa	0,052 Ba	0,058 ABa	0,088 Aa	0,090 ABa
	90	0,108 Ba	0,120 Aa	0,063 ABa	0,062 ABa	0,075 Aa	0,064 Ba
180	0	0,141 Ba	0,145 Aa	0,072 Ba	0,081 Aa	0,136 Ba	0,139 Aba
	50	0,174 Aa	0,182 Aa	0,104 Aa	0,099 Aa	0,193 Aa	0,199 Aa
	70	0,163 ABa	0,168 Aa	0,073 Ba	0,087 Aa	0,153 ABa	0,145 ABa
	90	0,152 ABa	0,158 Aa	0,078 Ba	0,077 Aa	0,131 Ba	0,135 Ba
240	0	0,860 Ba	0,876 Ba	0,550 Ba	0,515 Ba	0,434 Ba	0,441 Ba
	50	1,232 Ab	1,295 Aa	1,030 Aa	1,019 Aa	0,758 Aa	0,766 Aa
	70	1,063 Ca	1,098 Ca	0,676 Ba	0,689 Ba	0,464 Ba	0,471 Ba
	90	1,030 Cb	1,092 Ca	0,665 Ba	0,650 Ba	0,476 Ba	0,480 Ba
300	0	1,770 Ba	1,808 Ba	0,837 Ba	0,821 Ba	0,935 Ba	0,952 Ba
	50	5,348 Ab	5,970 Aa	2,408 Aa	2,431 Aa	2,193 Aa	2,205 Aa
	70	2,572 Ca	2,566 Ca	0,990 Ba	0,942 Ba	1,046 Ba	1,058 Ca
	90	2,478 Ca	2,489 Ca	0,925 Ba	0,899 Ba	1,010 Ba	1,014 BCa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas de cada procedência, dentro de cada idade, e minúsculas nas linhas entre procedências não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tão importante quanto os parâmetros de crescimento, sobretudo altura do caulículo e diâmetro do colo, a biomassa caulicular de inúmeras espécies tropicais tem apresentado tolerância diversificada quando submetida a diferentes níveis de sombreamento.

Silva et al. (2007), analisando o comportamento de *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) Schum. sob a influência de três níveis de sombreamento, observaram, após 145 dias de idade, maior investimento em biomassa caulicular em plântulas expostas a 50% de sombra. Salgado et al. (2001), por sua vez, encontraram maior concentração de biomassa em plântulas de *C. langsdorffii* quando submetidas às condições de 0 e 50% de sombreamento. Esses resultados permitiram deduzir que essas espécies apresentam comportamento ecológico típico de plantas heliófilas com certo grau de tolerância à sombra.

Já Campos e Uchida (2002) detectaram em mudas de *Ochroma lagopus* Sw. e *Hymenaea courbaril* L. comportamento diferenciado na concentração de biomassa caulicular para essas duas espécies amazônicas quando submetidas aos mesmos percentuais de sombra, pois evidenciaram para a primeira espécie, após sessenta e um dias de repicagem, acúmulo significativo de massa a 30% de sombreamento em comparação aos níveis de 0, 50 e 70%; enquanto para a segunda espécie, esses autores verificaram ausência de plasticidade nessa variável alométrica, após 150 dias de repicagem, devido ao padrão semelhante de desenvolvimento apresentado pelas mudas nos tratamentos aplicados.

Em plântulas de *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, Felfili et al. (1999) conferiram substancial aumento de biomassa caulicular, aos vinte meses de idade, sob sombreamento de 50% quando comparado com os níveis de 0, 70 e 90%, mas com tolerância a luz plena, demonstrando além da sua elevada plasticidade fenotípica, aptidão para se desenvolver em ambientes de grandes clareiras, por apresentar caracteres que permitem enquadrá-la como espécie heliófila de fases iniciais de sucessão. Dentro desse contexto, verificou-se que, a exceção dos resultados obtidos para a biomassa caulicular de *H. courbaril*, *A. discolor*, de ambas as procedências, apresentou comportamento semelhante às demais espécies estudadas pelos autores acima, ao acumular quantidade significativa de massa seca caulicular quando submetida a 50% de sombreamento; entretanto mostrou-se intolerante a luz plena, permitindo deduzir que a espécie apresenta comportamento de plantas heliófilas de estágio intermediário de sucessão.

Com relação à biomassa radicular, Gazel-Filho et al. (2007) e Almeida et al. (2005) são de opinião de que a maior concentração de massa seca na parte subterrânea das plantas proporciona melhor desempenho das mudas em condições de campo, sobretudo em áreas degradadas, pois eleva a probabilidade de sobrevivência das mesmas tanto por facilitar a sustentação quanto por aumentar a área de absorção de água e nutrientes. Os primeiros autores ainda comentam que a alocação de biomassa pode definir o potencial de uso de uma espécie, ou seja, se o acúmulo for maior na sua parte aérea, a mesma apresenta maior aptidão para a silvicultura; caso seja na parte subterrânea, para reposição de cobertura vegetal em ambientes degradados.

Dentro desse contexto, Gazel-Filho et al. (2007), ao avaliarem a produção de biomassa de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, procedentes de Rondônia, Mato

Grosso, Pará e Acre; obtiveram maior concentração de matéria seca nas raízes em mudas dos dois primeiros estados, sugerindo seu uso na recuperação de áreas degradadas. Já para as procedentes do Pará e Acre, esses autores detectaram acúmulo mais elevado na parte aérea, indicando-as, portanto, para uso silvicultural. Aplicando-se essa linha de raciocínio para mudas de *A. discolor* das duas localidades estudadas, admite-se a princípio que essa espécie tem potencialidade silvicultural, tendo em vista a acentuada produção de matéria seca aérea, sobretudo caulicular, quando comparada com a biomassa radicular.

Indistintamente do uso ecológico a ser dado a uma determinada espécie, determinados autores têm comprovado certa predominância da maior concentração de matéria seca no sistema radicular em comparação a verificada na parte aérea (caule mais folhas) de plantas arbóreas florestais quando expostas a percentuais de sombreamento diferentes.

Felfili et al. (2005) verificaram em mudas de *A. subincanum*, aos dezesseis meses de idade, em todas as condições de sombreamento testados, maior acúmulo de biomassa na raiz em comparação ao caule. Silva et al. (2007), aos 145 dias após a emergência das plântulas de *T. grandiflorum*, obtiveram maior concentração de massa seca radicular a pleno sol e a 50% de sombreamento em comparação a do caule submetido a esses mesmos níveis. Resultados semelhantes foram conseguidos por Salgado et al. (2001), em plântulas de *C. langsdorffii*; e por Fagg (2001), em plântulas de *A. tenuifolia* e *A. martiusiana*, para esses mesmos percentuais de sombra. Bongarten e Teskey (1987) atribuem à causa da diminuição do peso radicular sob sombreamento ao fato de que plantas expostas à luz plena estão sujeitas à restrição hídrica, necessitando, portanto, acumular mais matéria seca no sistema subterrâneo em detrimento da parte aérea para minimizar o estresse; pois segundo Souza e Lobato (2004), o pouco desenvolvimento radicular limita a absorção de água, nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade da planta.

Para *A. discolor*, entretanto, observou-se que a alocação de matéria seca foi inferior na porção radicular em comparação a do caulículo para todos os níveis de sombreamento testados em ambas as procedências. Esse comportamento provavelmente foi decorrente tanto das características granulométricas quanto químicas do solo – expostas nas Tabelas 12 e 13 referenciadas no capítulo três - empregado nos tratamentos.

### 3.1.7. Biomassa da Folha

Com massa de matéria seca de 0,016 g verificada aos 60 dias nas condições de 0% e 50% de sombreamento, detectou-se diferença estatística significativa desses tratamentos com relação à massa seca obtida no nível de 90% para a procedência Privê Vermont (Tabela 4). Essa diferença estatística manteve-se aos 120 dias quando se constataram, nessa mesma procedência, pesos de matéria seca de 0,106 g no tratamento 50% e 0,064 g no de 90% de sombreamento.

Aos 180 dias, observou-se que as plantas provenientes da Mata de Dois Irmãos apresentaram, sob condição de 50% de sombreamento, massa foliar seca de 0,193 g, o qual diferiu estatisticamente das médias registradas a 0% (0,136 g) e 90% (0,131 g). Nesse mesmo período, as plantas decorrentes de Privê Vermont revelaram pesos médios de matéria seca foliar de 0,199 g no nível de 50% e 0,139 g no de 0% de sombreamento, os quais diferiram estatisticamente do peso médio obtido pelos indivíduos submetidos a 90% (0,135 g).

As médias obtidas para as massas foliares coletadas aos 240 e 300 dias de idade nas plantas sob 50% de sombreamento mantiveram superioridade estatística quando comparadas com as dos demais tratamentos avaliados. Durante todo o período do experimento não se registrou diferença estatística entre os pesos de matéria seca média computados entre as procedências (Tabela 4). Esses mesmos resultados foram obtidos por Felfili et al.(1999), em mudas de *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, ao vinte meses de idade; Silva et al. (2007), em plântulas de *Theobroma grandiflorum*, aos 145 dias de idade; e Câmara e Endres (2008), em mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Sterculia foetida*, aos sessenta e dois e quarenta e três dias da emergência, respectivamente. Tal comportamento verificado para essa variável alométrica reforça ainda mais o caráter heliófilo de estágio intermediário de sucessão demonstrado pelas espécies.

### 3.1.8. Biomassa da Parte Aérea

Variável resultante da junção das biomassas caulicular e foliar, as médias da massa seca da parte aérea obtidas para as plantas de *A. discolor* submetidas a 50% de sombreamento, em ambas as procedências, demonstraram diferenças durante todo o período de realização do experimento, quando comparadas com as médias decorrentes das massas secas dos indivíduos submetidos ao nível de 90% (Tabela

5). Ao se comparar o acúmulo de massa das plantas no tratamento 50% de sombreamento com a do tratamento a pleno sol, constatou-se que os indivíduos de Dois Irmãos só foram semelhantes aos 120 dias de idade, enquanto em Privê Vermont esse comportamento foi verificado aos 60 e 120 dias, respectivamente. Já as médias provenientes do nível 70% de sombreamento apresentaram diferenças com relação às verificadas no tratamento 50%, quando os indivíduos atingiram 240 dias de idade para as duas procedências, mantendo-se assim até o final do experimento.

Durante a realização dos testes, não foram constatadas diferenças estatísticas entre as massas secas dos indivíduos submetidos a 70% e 90% de sombreamento, tanto em Dois Irmãos quanto em Privê Vermont.

Com relação aos indivíduos oriundos das duas localidades, constataram-se diferenças significativas só aos 60 dias, para o tratamento pleno sol, e aos 300 dias de idade, para 50% de sombreamento, que ao final do experimento mostrou massa seca aérea praticamente três vezes superior (7,541 g, para Dois Irmãos, e 8,175 g, para Privê Vermont) àquela apresentada pelos indivíduos submetidos a pleno sol (2,705 g e 2,760 g, nas respectivas procedências).

Vários trabalhos têm revelado que a maior concentração de biomassa aérea em espécies florestais tropicais ocorre nas condições intermediárias de sombra. Mazzei et al. (1997) constataram que mudas de *Ormosia stipularis* Ducke submetidas a 50% de sombreamento alocaram uma quantidade de matéria seca equivalente a aproximadamente três vezes e meia (33 g) a investida no nível de 90% (10 g). Mazzei et al. (1999), trabalhando com *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, verificaram comportamento semelhante nas mudas dessa espécie para os mesmos níveis de sombreamento. Essa tendência foi evidenciada também por Felfili et al. (1999) em *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, quando detectaram acúmulo significativo de biomassa aérea nas mudas sob 50% de sombreamento (18 g) em comparação a 90% (8 g); e por Fagg (2001), em plântulas de *A. martiusiana*, ao obter 9,67 g e 6,66 g de massa seca para essa variável alométrica, nos respectivos níveis de sombreamento.

Embora se tenha evidenciado em *A. discolor* a menor produção de biomassa aérea a pleno sol, destoando em parte dos resultados conseguidos pelos autores acima, por constatarem esse comportamento no nível de 90%; a capacidade de acumular quantidades significativas de assimilados sob condição intermediária de

sombreamento (50%) é mais um forte indicativo de que a espécie apresenta plasticidade fenotípica predominantemente verificada nas espécies heliófilas de fase intermediária de sucessão ou ciófilas facultativas.

Tabela 5. Dados médios de mudas de *Aspidosperma discolor* A. DC., aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias, dos seguintes parâmetros analisados: Biomassa parte aérea, Biomassa total e Relação raiz/parte aérea, em função dos níveis de sombreamento e procedências, no período de junho de 2008 a abril de 2009.

Idade (dias)	Sombreamento (%)	Biomassa parte aérea (g)		Biomassa total (g)		Relação raiz/parte aérea	
		Dois Irmãos	Privé Vermont	Dois Irmãos	Privé Vermont	Dois Irmãos	Privé Vermont
60	0	0,050 Bb	0,060 Aa	0,080 Aa	0,082 Aa	0,640 Aa	0,410 Ba
	50	0,060 Aa	0,060 Aa	0,094 Aa	0,100 Aa	0,600 Aa	0,600 ABa
	70	0,052 ABa	0,050 ABa	0,082 Aa	0,084 Aa	0,600 Aa	0,680 Aa
	90	0,050 Ba	0,042 Ba	0,080 Aa	0,070 Ba	0,640 Aa	0,600 ABa
120	0	0,190 ABa	0,221 ABa	0,241 Ba	0,275 ABa	0,268 Aa	0,244 Aa
	50	0,234 Aa	0,245 Aa	0,302 Aa	0,316 Aa	0,291 Aa	0,290 Aa
	70	0,206 ABa	0,212 ABa	0,258 ABa	0,270 Ba	0,252 Aa	0,274 Aa
	90	0,183 Ba	0,184 Ba	0,246 Ba	0,246 Ba	0,344 Aa	0,337 Aa
180	0	0,277 Ba	0,284 Ba	0,349 Ba	0,365 Ba	0,260 ABa	0,285 Aa
	50	0,367 Aa	0,381 Aa	0,471 Aa	0,480 Aa	0,283 Aa	0,260 Aa
	70	0,316 ABa	0,313 ABa	0,389 Ba	0,400 ABa	0,231 Ba	0,278 Aa
	90	0,283 Ba	0,293 Ba	0,361 Ba	0,370 Ba	0,276 ABa	0,263 Aa
240	0	1,294 Ba	1,317 Ba	1,844 Ba	1,832 Ba	0,425 Aa	0,391 Aa
	50	1,990 Aa	2,061 Aa	3,020 Aa	3,080 Aa	0,518 Aa	0,494 Aa
	70	1,527 Ca	1,569 Ca	2,203 Ca	2,258 Ca	0,443 Aa	0,439 Aa
	90	1,506 Ca	1,572 Ca	2,171 Ca	2,222 BCa	0,442 Aa	0,413 Aa
300	0	2,705 Ba	2,760 Ba	3,542 Ba	3,581 Ba	0,309 Aa	0,297 Aa
	50	7,541 Ab	8,175 Aa	9,949 Ab	10,606 Aa	0,319 Aa	0,297 Aa
	70	3,618 Ca	3,624 Ca	4,608 Ca	4,566 Ca	0,274 Aa	0,260 Aa
	90	3,488 Ca	3,503 Ca	4,413 Ca	4,402 Ca	0,265 Aa	0,257 Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas de cada procedência, dentro de cada idade, e minúsculas nas linhas entre procedências não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

### 3.1.9. Biomassa Total

Apesar da pequena diferença no acúmulo de massa seca total no tratamento 90% de sombreamento em Privé Vermont, aos 60 dias de idade, constatou-se predomínio de similaridade de biomassa acumulada nos demais tratamentos dentro das procedências e entre as mesmas (Tabela 5).

A partir dos 120 até os 300 dias, verificou-se que o acúmulo de massa seca total nas plantas submetidas a 50% de sombreamento foi superior ao registrado para os indivíduos expostos a 90% em ambas as procedências. As médias de biomassa

acumulada aos 180, 240 e 300 dias para as plantas no tratamento 70% foram menores quando comparadas com as obtidas nessas mesmas faixas etárias para o tratamento 50% de sombreamento, na procedência de Dois Irmãos. Já em Privê Vermont, esse comportamento para os respectivos níveis de sombreamento evidenciou-se aos 240 e 300 dias de idade. Durante a realização do experimento foram constatadas similaridades em todas as médias registradas nos tratamentos 70% e 90% de sombreamento para as duas procedências.

A exceção das massas secas totais obtidas sob 50% de sombreamento no final do experimento (9,949 g, para Dois Irmãos, e 10,606 g, para Privê Vermont), que além de diferirem estatisticamente entre si foram praticamente três vezes maiores do que as biomassas totais registradas no tratamento a pleno sol (3,542 g e 3,581 g); evidenciaram-se ao longo dos 300 dias de idade semelhanças entre as demais biomassas totais registradas para os tratamentos entre as duas procedências (Tabela 5).

Observou-se também que no processo de repartição de biomassa total as médias gerais obtidas entre os níveis de sombreamento testados em *A. discolor* foram de 77,43% para a parte aérea e 22,57% para a porção subterrânea, nas mudas procedentes de Dois Irmãos. Já as provenientes da Mata Privê Vermont apresentaram percentuais de 78,27% para a parte aérea e 21,73% para o sistema radicular. Esses resultados permitem concluir que, em ambas as situações, constatou-se acúmulo significativo de assimilados equivalente a três vezes e meia na porção aérea em comparação ao verificado na parte subterrânea, demonstrando, portanto, a elevada produtividade da espécie apesar da sua restrita capacidade de crescimento e produção de massa seca radicular.

Essa repartição de biomassa total apresentada por *A. discolor*, onde se evidencia maior proporção na parte aérea em detrimento da radicular, não é detectado frequentemente por vários pesquisadores nas espécies arbóreas tropicais. Salgado et al. (2001), ao estudarem mudas de *C. langsdorffii* submetidas a quatro níveis de sombreamento, acharam um percentual médio de matéria seca acumulada na parte radicial de 68,53%, o equivalente ao dobro do investimento encontrado na porção aérea (31,47%) para essa espécie. Resultados semelhantes foram obtidos por Sousa-Silva et al. (1999), em *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., quando detectaram concentração de 65,83% de massa seca radicular contra 34,17% na parte aérea. Esse comportamento foi registrado também em *Zanthoxylum rhoifolium*

Lam. por Salgado et al. (1998), ao evidenciarem um acúmulo de 60,50% de biomassa na porção subterrânea e 39,50% na parte aérea da referida espécie. Entretanto, comportamento similar ao obtido em *A. discolor* foi detectado para mudas de *Ormosia stipularis* Ducke, por Mazzei et al. (1997), ao constatarem 60,12% de concentração média de assimilados na parte aérea e 39,88% no sistema radicial, bem como, por Felfili et al. (1999), em mudas de *S. paniculatum* var. *rubiginosum*, as quais revelaram biomassa aérea concentrada na ordem de 58,21% e de 41,79% no sistema subterrâneo; indicando para essas espécies semelhante potencialidade produtiva verificada em *A. discolor*.

### 3.1.10. Relação Raiz/Parte Aérea

A alocação de massa seca nas partes subterrânea e aérea de plantas de *A. discolor* só divergiu estatisticamente aos 60 dias de idade entre os tratamentos 70% de sombreamento e a pleno sol, para Privê Vermont; e aos 180 dias entre os níveis 50% e 70% de sombreamento, para Dois Irmãos. Nos demais períodos, em todos os tratamentos averiguados, tanto entre as procedências quanto dentro das mesmas, constataram-se similaridades entre as médias obtidas para a proporção raiz/parte aérea, apesar de sempre serem computados de forma mais evidente maior acúmulo de massa seca aérea do que massa seca subterrânea (Tabela 5), conforme mencionado no item anterior.

Esse comportamento evidenciado em *A. discolor* vem sendo frequentemente observado em determinadas espécies arbóreas típicas de ambientes sombreados como as formações florestais tropicais de galeria e as ombrófilas densas, pois vários trabalhos têm comprovado que há uma forte tendência apresentada por indivíduos jovens dessas espécies em procurar investir maior quantidade de biomassa na porção aérea, tendo em vista a baixa incidência de luz no interior dessas áreas (KITAJIMA, 1994), tornando-a fator limitante para esses táxons.

Tal característica para Silvestrini (2000) torna-se relevante para essas plantas pelo fato de aumentar a sua proporção fotossíntese/respiração e, dessa forma, possibilitar tanto a manutenção de um balanço positivo de carbono quanto à otimização de crescimento sob condições de luminosidade difusa. Essa dedução foi confirmada por Mazzei et al. (1997), em *O. stipularis*; Felfili et al. (1999), em *S. paniculatum* var. *rubiginosum*; Rezende et al. (1998) e Almeida et al. (2004), em *Cryptocaria aschersoniana* Mez.; Uchida e Campos (2000), em *Dipteryx odorata*

(Aubl.) Willd., ao constatarem para as respectivas espécies, típicas de florestas mais compactas, maior investimento de massa seca na parte aérea em relação ao sistema radicial, quando submetidas à plena luz e diferentes condições de sombreamento.

Para Fagg (2001), as espécies típicas de ambiente de floresta estacional, portanto submetidas às variações na intensidade luminosa, apresentam maior capacidade de aclimação às condições de sombreamento e melhor desempenho quando expostas em ambientes mais iluminados. Essa dedução de Fagg (2001) é perceptível em *A. discolor* que, embora tenha demonstrado significativo desempenho, tanto em crescimento quanto em acúmulo de matéria seca na parte aérea, quando submetida a 50% de sombreamento, independente da procedência; apresentou desenvolvimento satisfatório nos demais níveis de sombreamento (70 e 90%), ao final das avaliações, o que lhe confere aptidão para se desenvolver também em ambientes com menor disponibilidade de luz.

#### 4. CONCLUSÕES

*Aspidosperma discolor* mostrou plasticidade fenotípica favorável a sua aclimação em ambientes com condição de sombreamento que varia de moderado ou intermediário, característica evidenciada em clareiras pequenas, a denso, típico de vegetação com dossel fechado.

Para produção de mudas da espécie em viveiro florestal é indicado nível de sombreamento de 50%.

*Aspidosperma discolor* apresenta comportamento ecológico peculiar de táxons ciófilos facultativos ou de estágios intermediários de sucessão.

A espécie em estudo pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas em processo efetivo de reconstituição ou de enriquecimento de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa.

## 5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A. et al. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 29, n. 6, p. 871 – 875, 2005.

ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83 – 88, 2004.

ALMEIDA, L. S. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323 – 329, 2005.

AMO, S. R. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de espécies primarias, In: GOMES-POMPA, A. L.; AMO, S. R. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas em Veracruz – Mexico, Mexico: Alhambra Mexicana, 1985. v. 2, p. 79 – 92.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link Submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853 – 862, 2001.

AYRES, M. et al. **BioEstat 4.0**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. 4 ed. Belém: IOEPA, 2005. 324 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. 2ed. Jaboticabal: Funep. 2003. 41 p.

BONGARTEN, B. C.; TESKEY, R. O. Dry weight partitioning and its relationships to productivity in loblolly pine seedlings from seven sources. **Forest Science**, Bethesda, v. 33, n. 2, p. 255 – 267, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Brasil Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. 1992. 365 p.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. E Hook. F. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241 – 251, 2004.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 43 – 41, 2008.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281 – 288, 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/Fupec/UENF. 1995. 451 p.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto v. 39, n. 3, p. 267 – 295, 1988.

DANIEL, O.; OIASHI, T.; SANTOS, R. A. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v. 18, n. 1, p. 1 – 13, 1994.

DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINHO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Boletim Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v. 17, p. 45 – 55, 2004.

EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba.1989. 202f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo.

FAGG, C. W. Influência da fertilidade de solo e níveis de sombreamento no desenvolvimento inicial de espécies nativas de acácia e sua distribuição no cerrado. 2001. 165f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Brasília.

FARIAS JÚNIOR, J. A. et al. Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 3, p. 228 – 232, 2007.

FELFILI, J. M. et al. Crescimento inicial de *Aspidosperma subincanum* Mart., em diferentes níveis de sombreamento. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Henriger**, Brasília, v. 16, p. 31 – 42, 2005.

FELFILI, J. M. et al. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297 – 301, 1999.

FERREIRA, M. G. M. et al. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 1, n. 2, p. 121 – 134, 1977.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela Fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Muil Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. São Paulo.

GAZEL-FILHO, A. B. et al. Produção de biomassa em quatro procedências de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no

estádio de mudas. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1047 – 1049, 2007.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p. (Caderno Didático).

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, v.98, n.3 - 4, p. 419 – 428, 1994.

LIMA, J. D. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5 – 10, 2008.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhzi* Sidow**. Santa Maria, 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

MARIMON, B. S. et al. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 941 – 953, 2008.

MARTINS, R. C. C.; FELFILI, J. M.; MARTINS, I. S. Crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 15, p. 47 – 58, 2005.

MAZZEI, L. J. et al. Comportamento de plântulas de *Ormosia stipularis* Ducke submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: LEITE, L. L.; SAITO, C. H. **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Brasília: Editora da UnB, 1997. p. 64 – 70.

MAZZEI, L. J. et al. Crescimento de plântulas de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee e Lang em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 4, p. 21 – 29, 1999.

MELO, R.R. et al. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 138 – 144, 2008.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM – 200, 1990, Roseburg. **Proceedings. Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service**, 1990. p. 17 – 35.

MORAES NETO, S. P. **Crescimento das mudas de três espécies florestais em função da idade e da luminosidade**. 1992, 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 27, n. 3, p. 197 – 212, 1997.

NODARI, R. O. et al. Crescimento de mudas de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) em diferentes condições de sombreamento e densidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 285 – 292, 1999.

PEDROSO, S.G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47 – 51, 1995.

PINTO, A. M.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella* (Meissn.) Korterm). **Acta Amazônica**, Manaus – AM, v. 23, n. 4, p. 397 – 404, 1993.

PORTELA, R.C.Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163 – 170, 2001.

RAMOS, K. M. O. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex. Hayne, sob diferentes condições de sombreamento. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 22, n. 77, p. 37 – 42, 2003.

REGO, G. M.; POSSAMAR, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179 – 194, 2006.

REIS, M. G. F. et al. Crescimento em forma de fuste de mudas de jacarandá-dabáhia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 23 – 34, 1991.

REZENDE, A. V. et al. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. Submetidas a diferentes regimes de sombreamento em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 19 – 33, 1998.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997. 747 p.

SALGADO, M. A. S. et al. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 20, n. 70, p. 13 – 21, 2001.

SALGADO, M. A. S. et al. Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. em diferentes condições de sombreamento. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 37 – 45, 1998.

SESMA, R. B.; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. **Natureza on line**, Espírito Santo, v. 7, n. 1, p. 31 – 36, 2009.

SILVA, A. F. et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa – MG. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 27, n. 3, p. 311 – 319, 2003.

SILVA, B. M. S. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1019 – 1026, 2007.

SILVA, R. R. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 3, p. 365 – 370, 2007.

SILVESTRINI, M. **Fotossíntese e acúmulo de biomassa em plantas jovens de duas espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos (pioneira x climácica) de uma floresta estacional semidecidual**. 2000. 113f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo.

SOUSA-SILVA, J. C. et al. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha sob diferentes condições de luz. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 80 – 89, 1999.

SOUZA, D. M .G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2 e. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. – Fabaceae) cultivadas em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 1, p.107 – 114, 2000.

UTHSCSA. **Image Tool**. San Antonio - Texas. University of Texas Health Science Center., 1997.

### Capítulo III

**Dinâmica populacional dos estádios ontogenéticos de *Aspidosperma discolor* A.  
DC. em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas,  
Pernambuco**

## RESUMO

A baixa quantidade de informações na literatura relacionadas aos padrões dinâmicos e estruturais dos estádios ontogenéticos das espécies florestais brasileiras tem gerado dificuldades para a implantação do manejo e o estabelecimento de técnicas de conservação dos recursos naturais dessas formações. Sabendo-se que as populações vegetais nativas estão condicionadas a microambientes cujas características bióticas e abióticas peculiares interferem no processo etológico dos indivíduos dessas espécies; este estudo propôs analisar o comportamento ecofisiológico da regeneração e dos espécimes jovens e adultos de *Aspidosperma discolor* A. DC., ocorrentes em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados em Recife e Camaragibe, Pernambuco. Nesse sentido, foram avaliados, durante os meses de junho e agosto de 2008 (estação chuvosa) e janeiro e março de 2009 (período de estiagem ou chuvas escassas), a tendência das taxas de natalidade, mortalidade e sobrevivência e da distribuição espacial de plântulas dessa espécie sob as copas de dez árvores matrizes selecionadas por fragmento; o comportamento das alturas e da distribuição espacial de indivíduos jovens, em outubro de 2008, ocorrentes em quatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> alocadas em cada fragmento, e a quantificação e distribuição espacial, em novembro de 2009, dos indivíduos adultos avaliados em uma parcela de 5000 m<sup>2</sup> instalada para cada fragmento. Os resultados obtidos revelaram que as plântulas apresentaram maiores e menores concentrações e densidades por unidade de área, sob as copas das árvores matrizes, nos quadrantes leste e oeste, respectivamente, para ambas as localidades. Apesar das sementes da espécie serem aladas, portanto passível de dispersão pelos ventos, as mesmas apresentam padrão de distribuição espacial agregado, devido a baixa circulação da corrente de ar no interior dos dois fragmentos face à arquitetura e estrutura arbórea que caracterizam essas formações, impossibilitando o transporte dessas unidades reprodutivas para as áreas mais distantes das plantas matrizes. Essa concentração agregada de sementes e de plântulas contribui para uma maior intensidade da ação dos predadores ocorrentes nos dois fragmentos. As plantas jovens revelaram uma distribuição de densidade de indivíduos por classe de tamanho do tipo 'J' invertido, demonstrando que ambas as populações apresentam potencial de regeneração constante, apesar da elevada incidência de herbivoria provocada por formigas

saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.), lagartas e outros minadores nos fragmentos florestais estudados. Foi constatado para esses indivíduos padrão de distribuição espacial agregado, segundo o índice de dispersão de Morisita, para todas as parcelas avaliadas. Com relação aos indivíduos adultos, constatou-se para a estrutura diamétrica uma distribuição irregular não compatível com o tipo 'J' invertido, atribuída à ação conjunta induzida pela intensidade da herbivoria sobre a regeneração e do desmatamento. De acordo com o índice de Morisita, verificou-se para o fragmento localizado no Recife, o padrão de distribuição espacial agregado, apesar da elevada taxa de indivíduos infestados por cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp), e, para o de Camaragibe, o uniforme, atribuído a forte pressão antrópica nesse fragmento, comprometendo a densidade populacional dos indivíduos arbóreos de *A. discolor* e a própria estrutura da comunidade vegetacional.

**Palavras-chave:** natalidade; mortalidade; sobrevivência; plântulas; espécimes jovens e adultos

## ABSTRACT

The low amount of published information on the structural and dynamic patterns of ontogenetic stages of Brazilian forest species has generated difficulties for the implementation of management and the establishment of technical conservation of natural resources such formations. Knowing that the native plant populations are conditioned to microenvironments biotic and abiotic characteristics peculiar ethological interfere with the process of individuals of these species, this study proposed to analyze the ecophysiological behavior of seedlings, young and adult specimens of *Aspidosperma discolor* A. DC. occurring in two fragments of Dense Ombrophyllous Lowland Forest located in the cities of Recife and Camaragibe, Pernambuco state, Brazil. So it was estimated, during the months of June and August 2008 (rainy season) and January and March 2009 (dry period or scant rainfall), the trend in birth rates, mortality and survival and spatial distribution of seedlings this species under the canopy of ten trees selected by fragment, the behavior of heights and spatial distribution of saplings in October 2008 occurring in four plots of 500 m<sup>2</sup> allocated to each fragment, and the quantification and spatial distribution in November 2009 of the evaluated in a plot of 5000 m<sup>2</sup> installed for each fragment. Results revealed that seedlings showed higher and lower concentrations and densities per unit area under the canopy of mother trees in the east and west quadrants, respectively, for both locations. Although seeds of the winged species are therefore likely to spread by the winds, they have aggregated spatial distribution pattern due to poor circulation of air flow inside the two fragments in the face of architecture and tree structure that characterize these forests, preventing the transport of these reproductive units to areas farther from the mother plants. This aggregate concentration of seeds and seedlings contributes to an increased intensity of predation occurring in the two fragments. Young plants showed a distribution of density of individuals per size class of type 'J' inverted, demonstrating that both populations have regeneration potential constant, despite the high incidence of herbivory caused by leaf cutter ants (*Atta sexdens sexdens* L.), caterpillars and leafminers in the forest fragments studied. It has been found for these individuals aggregated spatial distribution pattern, according to the Morisita index of dispersion for all parcels assessed. With respect to adults, it was found for the diameter structure an uneven distribution is not compatible with the type inverted 'J' inverted,

attributed to the joint action induced by the intensity of herbivory on regeneration and deforestation. According to the Morisita index, it was found for the fragment located in Recife, the spatial distribution pattern of the household, despite the high rate of individuals trees infested by termites (*Nasutitermes sp*) and for Camaragibe, uniform, assigned to strong anthropogenic pressure in this fragment, affecting the population density of individuals trees of *A. discolor* and the very structure of the vegetation community.

**Keywords:** birth rates, mortality, survival, seedlings, young and adult specimens

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser considerado, atualmente, o bioma tropical mais ameaçado do planeta, a Mata Atlântica ainda ostenta uma complexidade biológica de inestimável valor para realização de estudos relacionados à dinâmica de populações das espécies arbóreas que os compõem.

Muito embora nas últimas décadas tenha se verificado maior conscientização da sociedade quanto ao seriíssimo estado de degradação que se encontra a Floresta Ombrófila Densa, apesar dos avanços nas leis que disciplinam as ações antrópicas nas florestas nativas brasileiras, é cada vez mais preocupante o atual quadro de devastação do complexo biológico remanescente desse bioma, face ao consistente processo de desmatamento que visa à expansão agrícola e, principalmente, a ocupação desordenada resultante da especulação imobiliária, sobretudo, nas áreas de encostas dos seus fragmentos.

Entretanto, apesar do comprometimento das suas características bióticas e abióticas peculiares, a Floresta Ombrófila Densa ainda se constitui num importante laboratório natural para a geração de técnicas de manejo racional dos seus recursos nativos e de modelos de restauração que visam restabelecer os seus aspectos ecobióticos da forma mais próxima possível daqueles originalmente existentes.

Para a efetivação dessas técnicas de manejo sustentado e dos modelos de restauração, tem se observado que várias metodologias aplicadas, segundo as necessidades do ambiente, se respaldam no uso de regeneração natural, plantio de mudas, semeadura direta e enriquecimento de formações secundárias (KAGEYAMA e GANDARA, 2000).

Dessa forma, verifica-se que o envolvimento de quaisquer metodologias em programas que visam tanto o manejo quanto a recomposição da funcionalidade e da resiliência de florestas impactadas, torna-se imprescindível conhecer a dinâmica dos diferentes estádios ontogenéticos das populações das espécies arbóreas, no sentido de se compreender a estrutura da comunidade e como a mesma se perpetua em função dos diferentes grupos taxonômicos que lhes dão sustentação.

Nesse contexto, informações sobre natalidade, mortalidade, recrutamento, sobrevivência e distribuição espacial são fundamentais para definir a amplitude da capacidade de resistência que essas espécies apresentam quando submetidas às influências das condições adversas resultantes tanto de atividades antrópicas

impactantes quanto dos fatores relacionados à competição e herbivoria que, segundo Ricklefs (2003), proporcionam variações temporais e espaciais de uma dada população inserida numa comunidade.

Partindo-se do pressuposto de que a dinâmica populacional de uma espécie arbórea está diretamente vinculada à morfologia, dispersão e germinação das unidades reprodutivas, bem como as interações abióticas e bióticas positivas e/ou negativas, foram desenvolvidos estudos ecofisiológicos sobre o comportamento da distribuição espacial e dos possíveis fatores que interferem nesse processo em indivíduos de *A. discolor* encontrados nos estádios ontogenéticos de plântulas e plantas jovens e adultas, com ocorrência em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas em Pernambuco.

Nesse sentido, considerou-se a hipótese de que a espécie *A. discolor* por desenvolver sementes com síndrome de dispersão anemocórica, apresenta padrão de distribuição espacial ao acaso ou randômico, o que reduz o índice de mortalidade de sementes e de plântulas.

Tomando-se por base que as avaliações sobre a dinâmica populacional da regeneração e indivíduos adultos dessa espécie se restringem aos trabalhos realizados por Silva et al. (2006b) e Silva et al. (2006c), na Reserva Genética Florestal Tamanduá, mata de galeria situada no Distrito Federal, tornou-se imprescindível a ampliação desses estudos com os mesmos estádios ontogenéticos da espécie ocorrendo em fragmentos da Floresta Ombrófila Densa no Nordeste brasileiro.

Portanto, este trabalho teve por objetivos específicos, analisar a tendência das taxas de natalidade, mortalidade e sobrevivência bem como a distribuição espacial de plântulas emergentes sob copas de árvores matrizes de *A. discolor* A. DC., na estação chuvosa e no período de estiagem ou chuvas escassas, em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas em Pernambuco, com históricos de uso e ocupação distintos; avaliar o comportamento da distribuição espacial e as características morfológicas relacionadas à altura dos indivíduos juvenis; e quantificar e determinar o padrão de distribuição espacial dos indivíduos adultos da espécie ocorrentes nos fragmentos selecionados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Experimentos em Campo

#### 2.1.1. Dados Higrotérmicos

Durante o período de junho de 2008 a março de 2009, foram efetuados levantamentos higrotérmicos, a cada dois dias por semana, nas duas localidades de estudos. Nessas coletas foram computados os seguintes dados: temperaturas máxima e mínima do ar, por meio de termômetro modelo ZL 1011, instalado a 1,50 m acima do solo, e umidade relativa do ar, por meio de termohigrômetro digital Hanna HI 8564.

#### 2.1.2. Levantamento de Plântulas sob Árvores Matrizes de *A. discolor*

Para avaliar a dinâmica de distribuição espacial de plântulas da espécie nos dois fragmentos, foram selecionadas no mês de junho de 2008, em cada área, dez árvores matrizes, com distância mínima de 30 m entre esses indivíduos. Sob as copas dessas árvores, efetivaram-se levantamentos populacionais das plântulas emergentes, mortas e recrutadas de *A. discolor*.

As árvores matrizes foram selecionadas segundo índices fenotípicos propostos por Longhi (1980) e Galvão (2005), descritos abaixo:

- Fuste: classificado visualmente segundo os seguintes aspectos:
  - 1 = torto ou danificado;
  - 2 = levemente tortuoso ou inclinado;
  - 3 = reto ou cilíndrico.
- Copa: classificada visualmente segundo a dimensão de sua forma:
  - 1 = pequena;
  - 2 = média;
  - 3 = grande.
- Estrutura vertical: classificação visual conforme posição ocupada no dossel da floresta:
  - 1 = sub-bosque ou sob domínio de ambiente oligofótico;
  - 2 = imediatamente sob dossel, ocupando ambiente transicional;
  - 3 = dossel ou ambiente eufótico.
- Sanidade: estimativa visual do grau de ataque de doenças ou de pragas no nível de copa e/ou fuste, sendo classificada em:

- 1 = forte presença do ataque de doenças e/ou pragas;
- 2 = moderada presença do ataque de doenças e/ou pragas;
- 3 = livre do ataque de doenças e/ou pragas.

Para efeito de localização, as posições geográficas das matrizes foram determinadas por meio de GPSmap 60CSx, da Garmin. As circunferências à altura do peito (CAP) foram obtidas por meio de trena, para posterior transformação em diâmetros à altura do peito (DAP). Para estimar a altura de cada indivíduo, utilizou-se o clinômetro de Abney. Estimou-se a área de projeção da copa das árvores por meio da mensuração obtida em intervalos de 45° em relação à matriz, totalizando oito medições para cada unidade. Nesse sentido, utilizou-se uma trena estendida desde o tronco de cada indivíduo até as extremidades da projeção dos seus respectivos galhos. A área da copa foi calculada com o auxílio do programa computacional AutoCad 2005.

Embora *A. discolor* produza sementes aladas, credenciando-a a ter dispersão primária do tipo anemocórica, a proposta de se realizar levantamentos sob as copas das plantas matrizes deve-se ao fato do tendencioso comportamento que as unidades reprodutivas dessa espécie têm em formar agregados sob seus parentais.

Para efetivação desse experimento, considerou-se como plântula todo indivíduo proveniente de semente germinada sobre a camada de serrapilheira, durante o ano de 2008, até a formação do primeiro par de folhas ou eófilos, conforme Souza (2003).

Sob as árvores matrizes selecionadas, foram realizados quatro levantamentos das plântulas, segundo os quadrantes Norte – Sul, Leste – Oeste dos fragmentos estudados, sendo registradas exclusivamente aquelas que se encontravam dentro dos limites de projeção da copa de cada matriz analisada. Nesses quadrantes, os indivíduos foram etiquetados e mapeados. O primeiro e o segundo levantamentos ocorreram nos meses de junho e agosto de 2008, caracterizados pela estação chuvosa na região e, conseqüentemente, época de máxima germinação e emergência de plântulas da espécie. O terceiro e o quarto levantamentos efetivou-se nos meses de janeiro e março de 2009, marcados pelo período de estiagem ou chuvas escassas nos fragmentos estudados.

Esses levantamentos permitiram avaliar o comportamento ecológico da densidade populacional, através do recrutamento e da remoção periódica de

plântulas, nas duas áreas de ocorrência da espécie, até o final da estação de estiagem.

Para analisar o quantitativo remanescente de plântulas das árvores matrizes selecionadas de cada fragmento no final da estação de estiagem, utilizou-se o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), no nível de 5% de probabilidade, para duas amostras independentes, conforme programa estatístico BioEstat, versão 4.0/2005 (AYRES et al., 2005).

Com base nos dados obtidos, as seguintes hipóteses foram formuladas:

$H_0$  = a dispersão das sementes e a consequente distribuição espacial das plântulas de *A. discolor* nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, sob as copas das árvores matrizes nos fragmentos florestais de Dois Irmãos e Privê Vermont; não são influenciadas pela ação dominante dos ventos alísios do sudeste e do nordeste.

$H_1$  = a dispersão das sementes e a consequente distribuição espacial das plântulas de *A. discolor* nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, sob as copas das árvores matrizes nos fragmentos florestais de Dois Irmãos e Privê Vermont; são influenciadas pela ação dominante dos ventos alísios do sudeste e do nordeste.

### 2.1.3. Levantamento de Plantas Jovens de *A. discolor* nos Fragmentos Selecionados

Com a finalidade de se determinar a abundância de indivíduos jovens da espécie estudada foram demarcadas, aleatoriamente, em outubro de 2009, quatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), divididas em vinte subparcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m), totalizando 0,2 ha de área, em cada fragmento.

Considerou-se planta jovem, indivíduo com altura igual ou superior 0,10 m até o limite de 5 cm de diâmetro à altura do peito, conforme Rollet (1978) e Volpato (1994).

Para as mensurações do diâmetro e da altura foram utilizados paquímetro Mitutoyo com precisão de 0,05 mm e trena retrátil, respectivamente.

Todos os indivíduos jovens de *A. discolor* mensurados em cada parcela foram identificados com plaqueta plástica enumerada e afixada com fio de nylon, bem como, mapeados ou referenciados dentro das respectivas unidades amostrais

pela determinação das coordenadas (X, Y) em relação ao ponto inicial da amostra (SILVESTRE, 2009).

Os dados provenientes das alturas dos indivíduos jovens foram distribuídos em três classes de tamanho determinadas pelas estruturas correspondentes a 33,33% e 66,66% das frequências acumuladas dessas respectivas alturas (LONGHI, 1980).

Para cada classe de tamanho, foi usada a metodologia de Mueller-Dumbois e Ellenberg (1974) com a finalidade de calcular os seguintes parâmetros:

- Densidade relativa: indica a participação de cada espécie na vegetação, em porcentagem, do número total de indivíduos amostrados.

$$D_r = \frac{n_i}{N} \cdot 100$$

em que:

$D_r$  = densidade relativa da categoria de tamanho  $i$  (%);

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da espécie por categoria de tamanho  $i$ ;

$N$  = número total de indivíduos amostrados da espécie.

- Frequência absoluta: indica a porcentagem de ocorrência de uma espécie numa determinada área.

$$F_a = \frac{P_i}{P} \cdot 100$$

em que:

$F_a$  = frequência absoluta da categoria de tamanho  $i$  (%);

$P_i$  = número de subparcelas onde ocorre a espécie;

$P$  = número total de subparcelas alocadas.

- Frequência relativa: indica a porcentagem de ocorrência de uma espécie, por classe de tamanho, em relação ao número total de indivíduos ocorrentes na área.

$$F_r = \frac{F_{a_i}}{\sum_{i=1}^n F_{a_i}} \cdot 100$$

em que :

$F_r$  = frequência relativa da categoria de tamanho  $i$  (%);

$F_{a_i}$  = frequência absoluta da espécie por categoria de tamanho;

$\sum_{i=1}^n F_{a_i}$  = somatório das frequências absolutas da espécie.

Com os dados obtidos nas classes de tamanho, foram elaborados histogramas de frequências relativas baseados na distribuição das plantas jovens em cada parcela levantada nos dois fragmentos estudados.

Para determinação do número de classe da distribuição de frequências, utilizou-se a fórmula de Sturges (VIEIRA, 1991), conforme expressão abaixo:

$$K = 1 + 3,3 \log N$$

em que:

$K$  = número de classes;

$N$  = número de elementos da amostra.

Com a obtenção da distribuição de frequências, foram calculados a altura média da plantas jovens, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Foram construídos, também, histogramas da distribuição da abundância dos indivíduos jovens por subparcela em cada unidade amostral estudada nos dois fragmentos.

Adotou-se como critério o Índice de dispersão de Morisita (CETNARSKI FILHO, 2003), que tem por finalidade calcular os níveis de agregação das populações avaliadas nos seus respectivos sítios.

Este índice é expresso pela fórmula:

$$I_d = \frac{n \cdot \left( \sum_{i=1}^n Z^2 - N \right)}{N \cdot (N - 1)}$$

em que:

$I_d$  = Índice de Morisita;

$n$  = Número total de subparcelas amostradas;

$N$  = Número de indivíduos na i-ésima amostra;

$\sum_{i=1}^n Z^2$  = Soma do quadrado do número de indivíduos por espécie por subparcela.

sendo que:

$I = 1$ , população com padrão de distribuição aleatório;

$I > 1$ , população com padrão de distribuição do tipo agregado;

$I < 1$ , população com padrão de distribuição regular ou uniforme.

A significância estatística dos dados foi verificada por meio do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), expresso pela seguinte fórmula:

$$\chi^2 = \frac{n \cdot \left( \sum_{i=1}^n Z^2 \right)}{N} - N$$

#### 2.1.4. Levantamento de Dados Abióticos das Parcelas

##### a. Análise da luminosidade

Para determinar a intensidade média da luminosidade incidente nas quatro parcelas instaladas nos dois fragmentos estudados, foram realizadas durante os levantamentos de plantas jovens de *A. discolor* medidas da radiação solar, utilizando-se um luxímetro digital marca Minipa, no interior dessas unidades amostrais. Como critério de medição, adotou-se o uso de dez repetições ao acaso por parcela inventariada, efetuadas sempre às 10 horas da manhã e 14 horas da tarde, a 1m de distância do solo.

Para as análises estatísticas, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e ao teste não-paramétrico de Mann-Whitney, no nível de 5% de probabilidade, visando verificar a ocorrência ou não de diferenças entre as intensidades médias de luminosidade de ambas as procedências. Para essas avaliações, utilizou-se o programa estatístico BioEstat versão 4.0/2005 (AYRES et al., 2005).

##### b. Coletas e análises do solo

Para avaliar as características físico-químicas dos solos das áreas com ocorrência de indivíduos adultos e jovens da espécie nos dois fragmentos estudados, foram coletadas ao acaso cinco subamostras na camada de 0 a 20 cm de profundidade no interior de cada parcela analisada. Essas subamostras foram acondicionadas em um balde para homogeneização e formação de uma amostra composta por fragmento estudado, da qual retirou-se duas porções de 0,5 kg (SERRAT et al., 2002). Posteriormente, enviou-se uma porção ao laboratório de Física do Solo e outra para o de Química dos Solos, do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram realizadas as análises

seguindo-se a metodologia descrita pelo Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (EMBRAPA, 1997).

As características físicas analisadas foram: areia, argila e silte. Enquanto as químicas foram: pH em água por potenciometria; alumínio ( $Al^{+3}$ ) pelo método da titulometria com hidróxido de sódio; acidez potencial ( $H^+$  Al) por extração com solução de acetato de cálcio; cálcio ( $Ca^{+2}$ ) e magnésio ( $Mg^{+2}$ ) pela espectrofotometria de absorção atômica; potássio ( $K^+$ ) e sódio ( $Na^+$ ) por fotometria de chama; fósforo (P) pela colorimetria segundo Braga e Defelipo (1974) e carbono orgânico total (COT) por meio da oxidação do carbono orgânico por dicromato de potássio na presença de ácido sulfúrico concentrado segundo Yeomans e Bremner (1988).

#### 2.1.5. Análise da Quantificação e do Padrão Espacial dos Indivíduos Adultos de *A. discolor* nos Dois Fragmentos Seleccionados

Para quantificar e determinar o padrão de distribuição espacial de espécimes arbóreos de *A. discolor*, em novembro de 2009 instalou-se em cada fragmento uma parcela de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), dividida em cinquenta subparcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m); nos quais todos os indivíduos da espécie com circunferência do fuste à altura do peito (CAP) acima de 30 cm foram registrados, identificados com plaqueta plástica enumerada e afixada no tronco e, simultaneamente, mapeados ou referenciados pela determinação das coordenadas (X, Y) em relação ao ponto inicial da amostra (SILVESTRE, 2009).

Os dados dos CAPs foram transformados em diâmetros à altura do peito (DAPs) que, por sua vez, foram distribuídos em três classes de frequências acumuladas (LONGHI, 1980). Para cada classe diamétrica adotou-se a metodologia de Muller Dumbois e Ellenberg (1974), com a finalidade de se determinar a densidade relativa e as frequências absoluta e relativa.

Com os resultados obtidos nas classes de DAP, foram elaborados histogramas de frequências relativas baseados na distribuição dos indivíduos arbóreos em cada parcela levantada nos fragmentos estudados.

Para avaliar a distribuição espacial dos indivíduos adultos por subparcela, em cada unidade amostral, foram elaborados histogramas da abundância dessas árvores e seus respectivos mapeamentos.

Já a identificação do padrão de distribuição espacial desses indivíduos nas duas parcelas foi obtida por meio do índice de dispersão de Morisita (CETNARSKI FILHO, 2003), cuja significância estatística dos dados foi avaliada pelo teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

#### 2.1.6. Análise da Ação Predatória de Herbívoros sobre Plântulas, Plantas Jovens e Adultos de *A. discolor*

Face à constatação da presença marcante de indivíduos predados da espécie, independente do estágio ontogenético que se encontrem, foram realizadas coletas de exemplares de formigas saúvas ou cortadeiras, insetos frequentes sobretudo na Mata Privê Vermont; e de cupins arbóreos, esses mais evidentes na Mata de Dois Irmãos; os quais foram encaminhados aos laboratórios de Entomologia Florestal do Departamento de Ciência Florestal e de Entomologia do Departamento de Biologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para as respectivas identificações taxonômicas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Dados Higrotérmicos

Encontram-se expostos na Tabela 1 os dados higrotérmicos referentes à Mata de Dois Irmãos e Mata Privê Vermont, obtidos durante o período de junho de 2008 a março de 2009.

Para a Mata de Dois Irmãos constatou-se que as temperaturas médias do ar variaram de 24,70°C (julho/2008) a 27,60°C (março/2009), sendo registradas durante o primeiro e o segundo levantamentos das plântulas sob as copas das árvores matrizes (junho e agosto/2008) temperaturas médias de 25,10°C e 25,40°C, respectivamente. Já a umidade relativa do ar para essa formação oscilou de 79,80% a 75,20% (janeiro e março/2009), sendo computadas na primeira e na segunda contagem das plântulas (junho e agosto/2008) umidades relativas médias de 76,00% e 77,80%. Para o terceiro e o quarto levantamentos desses indivíduos (janeiro e março/2009), observou-se temperaturas médias do ar de 27,30°C e 27,60°C, e umidades relativas médias do ar, coincidentemente a maior e a menor durante o período de junho de 2008 a março de 2009, de 79,80% e 75,20%, respectivamente.

Com relação à Mata Privê Vermont detectaram-se temperaturas médias do ar variando de 25,20°C (julho/2008) a 28,30°C (dezembro/2008 e fevereiro/2009), sendo registradas para a primeira e a segunda contagem das plântulas sob as matrizes (junho e agosto/2008) temperaturas médias de 25,60°C e 25,70°C. A umidade relativa média do ar nesse fragmento variou de 79,40% (dezembro/2008) a 74,10% (março/2009). Para esses levantamentos de plântulas foram obtidas umidades relativas médias de 74,20% e 77,30%, respectivamente. Já no terceiro e no quarto levantamentos (janeiro e março/2009), as temperaturas médias do ar registradas nessa formação foram de 28,20°C e 28,00°C, enquanto as umidades relativas médias do ar foram de 76,20% e 74,10% para esse fragmento.

As condições higrotérmicas observadas nos dois fragmentos estudados revelaram que, nos quatro levantamentos das plântulas efetuados sob as árvores matrizes de *A. discolor*, as temperaturas médias provenientes da Mata Privê Vermont foram ligeiramente superiores às verificadas na Mata de Dois Irmãos. Tal comportamento é consequência do maior desmatamento, tanto no interior da formação visando retirada de madeira para diversos fins, quanto nas suas bordas para favorecer a expansão imobiliária. Esse processo mais intenso e contínuo de

fragmentação da Mata Privê Vermont em comparação a formação de Dois Irmãos favorece a maior infiltração de luz solar até o piso florestal, elevando a temperatura do ambiente e, conseqüentemente, o potencial de evapotranspiração, causa direta da perda de umidade da cobertura vegetal da área para a atmosfera.

Tabela 1. Dados higrotérmicos observados durante o período de junho de 2008 a março de 2009, nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe - Pernambuco

Meses	Localidade								
	Dois Irmãos				Privê Vermont				
	Anos	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa (%)	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa (%)
Máxima		Mínima	Média	Média	Máxima	Mínima	Média	Média	
2008	Junho	26,80	23,40	25,10	76,00	27,30	23,80	25,60	74,20
	Julho	26,30	23,00	24,70	78,40	26,90	23,50	25,20	74,60
	Agosto	26,80	23,90	25,40	77,80	27,10	24,20	25,70	77,30
	Setembro	27,60	24,20	25,90	76,90	27,90	24,90	26,40	76,80
	Outubro	28,30	24,00	26,20	79,00	29,40	25,10	27,30	77,20
	Novembro	28,80	24,70	26,80	77,80	30,00	26,30	28,20	79,00
	Dezembro	29,10	24,60	26,90	79,60	30,10	26,40	28,30	79,40
2009	Janeiro	29,70	24,90	27,30	79,80	29,90	26,40	28,20	76,20
	Fevereiro	30,00	25,50	27,50	78,40	30,00	26,50	28,30	75,80
	Março	29,80	25,30	27,60	75,20	29,70	26,10	28,00	74,10

### 3.2. Levantamento de Plântulas sob Árvores Matrizes de *A. discolor*.

#### 3.2.1. Localização Geográfica e Características Fenotípicas das Árvores Matrizes

A posição geográfica e as características fenotípicas das plantas matrizes de *A. discolor* selecionadas nas populações da Mata de Dois Irmãos e Mata Privê Vermont encontram-se na Tabela 2.

Observou-se que a média geral dos diâmetros à altura do peito das árvores matrizes foi de 65,04 cm; sendo registradas para as populações de Dois Irmãos e Privê Vermont médias de 63,58 cm e 66,50 cm, respectivamente. O coeficiente de variação obtido para as matrizes de Dois Irmãos mostrou alta variabilidade na distribuição dos diâmetros dessas plantas (35,35%) em comparação ao obtido para as matrizes de Privê Vermont (14,67%).

Entre as árvores matrizes de Dois Irmãos, detectou-se uma amplitude diamétrica de 22,30 a 92,31 cm, enquanto para Privê Vermont essa variação foi de 57,30 a 89,76 cm. Lorenzi (1992), Silva et al. (2004) e Silva et al. (2006a), ao caracterizarem morfológicamente a espécie, afirmam que os valores de diâmetro médio à altura do peito de árvores adultas situam-se entre 40 a 60 cm. Tais medidas,

portanto, são inferiores às registradas para os indivíduos da espécie avaliados nos dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, situados na Região Metropolitana do Recife, permitindo deduzir que os referidos autores provavelmente se reportem à valores de diâmetro médio obtidos em florestas estacionais semidecíduais do Centro-Oeste, pois segundo Murphy e Lugo (1986), o incremento anual em diâmetro das espécies dessas formações é cerca da metade dos observados em florestas úmidas devido ao período favorável ao crescimento ser mais curto, ocorrendo somente na estação chuvosa, o que implica numa menor produtividade primária líquida quando comparada com a das florestas tropicais pluviais (PENNINGTON et al., 2000).

As árvores matrizes de ambas as populações apresentaram altura média geral de 20,96 m, sendo detectado para a coorte de Dois Irmãos altura média de 20,44 m e para Privê Vermont 21,48 m. Constatou-se nas duas populações coeficientes de variação baixos – 9,79% e 11,74%, para as matrizes de Dois Irmãos e Privê Vermont, respectivamente -, indicando certa homogeneidade na distribuição das alturas em cada coorte estudada. Nesse contexto, verificou-se que amplitude das alturas variou de 18,70 m, em dois indivíduos, a 23,80 m, entre as matrizes avaliadas na Mata de Dois Irmãos; enquanto para a Mata Privê Vermont, essa variação foi de 17,00 a 25,50 m. Esses valores estão de acordo com a literatura, pois segundo Lorenzi (1992), Silva et al. (2004) e Silva et al. (2006a), as árvores de *A. discolor* apresentam alturas entre 15 e 25 m.

Para a área de projeção da copa de *A. discolor* obteve-se média geral de 124,93 m<sup>2</sup>, sendo registradas para as populações de Dois Irmãos e Privê Vermont médias de 113,91 m<sup>2</sup> e 135,96 m<sup>2</sup>, respectivamente. As duas populações de árvores matrizes apresentaram coeficientes de variação bastante elevados – 32,43%, para as procedentes da Mata de Dois Irmãos, e 33,93%, para as da Mata Privê Vermont -, revelando significativa heterogeneidade de área de projeção de copa entre os indivíduos de cada coorte analisada. Quanto à amplitude, evidenciou-se uma variação de 61,69 a 163,42 m<sup>2</sup>, para as árvores matrizes de Dois Irmãos; enquanto em Privê Vermont essa variação foi de 81,79 a 230,67 m<sup>2</sup>. Essa superioridade verificada na variação das áreas de projeção da copa nas matrizes de Privê Vermont com relação às da Mata de Dois Irmãos pode ser decorrente do maior raleamento verificado no dossel da cobertura vegetal daquela formação; possibilitando maior exposição das árvores de *A. discolor*, espécie heliófila de estágios intermediários de sucessão, a incidência de radiação solar direta (Figura 1).

Tabela 2. Localização geográfica e caracterização fenotípica das plantas matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC. localizadas nos dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados na Região Metropolitana de Recife – PE, selecionadas em junho de 2008

Populações	Plantas matrizes	Coordenadas			Dendrometria			Índices Fenotípicos			
		Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Altitude (m)	DAP (cm)	H (m)	APC (m <sup>2</sup> )	Fuste	Copa	Posição Sociológica	Estado sanitário
Dois Irmãos	1	8 00 03	34 56 41	69	86,30	19,80	163,42	3	3	3	3
	2	8 00 01	34 56 42	78	63,70	21,40	139,19	3	3	3	3
	3	8 00 03	34 56 40	71	92,31	20,40	114,04	3	2	3	2
	4	8 00 02	34 56 41	76	67,80	22,10	86,17	3	1	3	3
	5	8 00 02	34 56 40	65	22,30	18,70	61,69	3	1	3	3
	6	8 00 02	34 56 42	78	69,71	20,40	103,42	3	2	3	3
	7	8 00 01	34 56 41	79	46,50	17,00	83,16	3	1	3	3
	8	8 00 02	34 56 42	77	68,43	22,10	151,69	3	3	3	3
	9	8 00 03	34 56 41	69	82,76	23,80	157,98	3	3	3	3
	10	8 00 03	34 56 40	68	35,97	18,70	78,31	3	1	3	3
	<b>Média CV(%)</b>			<b>73</b>	<b>63,58</b> <b>35,35</b>	<b>20,44</b> <b>9,79</b>	<b>113,91</b> <b>32,43</b>				
Privê Vermont	1	8 00 35	34 59 01	74	67,80	20,00	171,22	3	3	3	3
	2	8 00 33	34 58 54	56	65,30	22,80	117,71	3	2	3	3
	3	8 00 34	34 59 01	69	58,90	21,30	81,79	3	1	3	3
	4	8 00 35	34 59 01	66	60,50	17,00	110,94	3	2	3	3
	5	8 00 35	34 59 00	65	89,76	23,80	165,53	3	3	3	2
	6	8 00 35	34 59 01	60	57,30	25,50	119,79	2	2	3	2
	7	8 00 36	34 59 00	63	62,71	21,30	230,67	3	3	3	3
	8	8 00 36	34 59 00	61	63,70	19,30	86,09	3	1	3	3
	9	8 00 36	34 58 59	57	62,71	20,10	111,36	3	2	3	2
	10	8 00 35	34 58 58	63	76,40	23,70	164,51	3	3	3	3
	<b>Média CV(%)</b>			<b>63,4</b>	<b>66,50</b> <b>14,67</b>	<b>21,48</b> <b>11,74</b>	<b>135,96</b> <b>33,93</b>				
<b>Dois Populações</b>	<b>Média CV(%)</b>			<b>68,2</b>	<b>65,04</b> <b>26,03</b>	<b>20,96</b> <b>10,87</b>	<b>124,93</b> <b>33,79</b>				

DAP: Diâmetro à altura do peito

H: Altura da árvore

APC: Área de projeção de copa

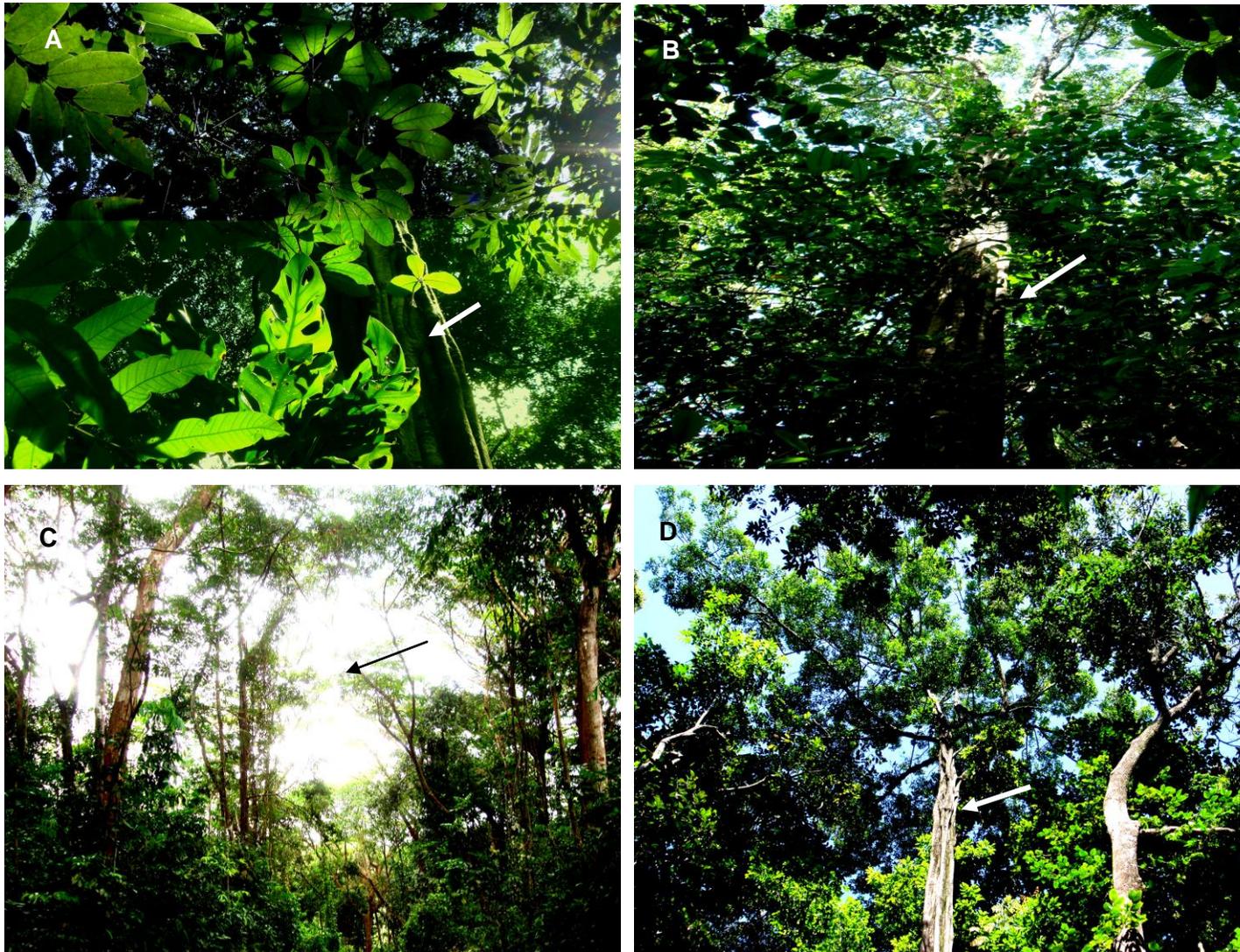


Figura 1. Influência dos dosséis dos fragmentos estudados sobre o desenvolvimento das copas das árvores matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC.: indivíduos da espécie sob dossel mais denso apresentando maior diâmetro de fuste e menor área de copa na Mata de Dois Irmãos, Recife, (A e B), e a ocorrência de dossel mais raleado devido ao desmatamento mais intenso (C), com presença de indivíduo da espécie estudada apresentando diâmetro de fuste menor e maior área de copa (D), na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

Os índices fenotípicos das matrizes de *A. discolor* revelaram que, em geral, os indivíduos apresentam fustes retos (3), com copas de dimensões que variam de pequenas a grandes (1 a 3), ocupando predominantemente a zona eufótica; e em algumas árvores incidência de pragas, em especial formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens*), as quais interferem negativamente na fenofase reprodutiva (floração e frutificação) e foliar; e cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp), responsáveis pela decomposição gradativa dos fustes atacados de *A. discolor* (Figura 2).



Figura 2. Exemplares de árvores matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC. atacados por pragas nas matas de Dois Irmãos (A) e Privê Vermont (C): formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.)\* transportando flores (B) e folhas (D); nidificações de cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp)\*\* sobre os fustes de árvores da espécie em Dois Irmãos (E) e Privê Vermont (F)

\* Identificador: Dr. Alberto Fábio Carrano Moreira, laboratório de Entomologia Florestal, Departamento de Ciência Florestal – UFRPE

\*\* Identificadora: Dra. Auristela Correia de Albuquerque, laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia - UFRPE

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

### 3.2.2. Distribuição Espacial de Plântulas sob as Árvores Matrizes

Os resultados dos levantamentos das plântulas de *A. discolor* efetuados durante a estação chuvosa e de estiagem nos dois fragmentos estudados encontram-se nas Tabelas 3, 4 e 5; e Figuras 3 a 6E.

No primeiro e segundo levantamentos realizados nos meses de junho e agosto de 2008 (estação chuvosa) foram registrados 9.120 e 9.269 indivíduos sob as dez plantas matrizes selecionadas na Mata de Dois Irmãos e na Mata Privê Vermont, respectivamente. Constatou-se, entretanto, no segundo levantamento a eliminação de 554 plântulas sob as copas das matrizes de Dois Irmãos e 1078 plântulas sob as copas das árvores mães avaliadas em Privê Vermont (Tabela 3 e Figura 3).

Nas contagens realizadas no terceiro e quarto levantamentos durante os meses de janeiro e março de 2009 (estação de estiagem ou de chuvas esporádicas) não foi observado recrutamento de indivíduos sob as respectivas copas das árvores matrizes selecionadas nos dois fragmentos. Registrou-se, porém, a ocorrência de elevado raleamento nas populações de plântulas nos dois plantéis: 7.827 na Mata de Dois Irmãos e 7.582 em Privê Vermont (Tabela 3).

Ao final dos quatro levantamentos foi computado um total de 739 plântulas remanescentes sob as copas das dez árvores matrizes de Dois Irmãos e 609 sob as dez matrizes de Privê Vermont. Os dois plantéis revelaram taxas elevadíssimas de mortalidade de progênies, sendo registrados percentuais médios de 87,44% de indivíduos eliminados sob as plantas matrizes de Dois Irmãos e 88,35% sob as de Privê Vermont (Tabela 3). Essas taxas significativas de mortalidade das plântulas de *A. discolor* podem ser atribuídas principalmente ao processo de predação por insetos existentes nas duas áreas.

Embora não se tenha visualizado ataques durante o dia, as evidências deixam transparecer que as investidas realizadas pelo período noturno são, predominantemente, típicas de formigas saúvas ou cortadeiras (*A. sexdens sexdens*), devido ao formato semicircular dos cortes provocados pelas mandíbulas nos cotilédones das plântulas e, sobretudo, pela marcante incidência desses predadores nas áreas de ocorrência da espécie estudada; principalmente na Mata Privê Vermont. Não se descartam as possibilidades de outros grupos de herbívoros atuarem em conjunto com as formigas, tendo em vista a presença de perfurações

Tabela 3. Levantamento do número de plântulas recrutadas e removidas sob copas de árvores matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC. durante a estação chuvosa (junho e agosto de 2008) e de estiagem (janeiro e março de 2009), nos dois fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situados na Região Metropolitana de Recife – PE

Plantas matrizes	Junho/08				Agosto/08				Janeiro/09				Março/09				Total/plantas matrizes		Taxa de sobrevivência (%)		Taxa de mortalidade (%)	
	Recrutamento		Remoção		Recrutamento		Remoção		Recrutamento		Remoção		Recrutamento		Remoção		$\sum_{i=1}^n (I - R)$					
	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV	DI	PV
1	187	186	-	-	305	214	14	35	-	-	346	256	-	-	5	16	127	93	25,81	23,25	74,19	76,75
2	1454	145	-	-	1370	112	130	19	-	-	2584	140	-	-	30	32	80	66	2,83	25,68	97,17	74,32
3	649	761	-	-	157	670	58	76	-	-	635	1311	-	-	11	15	102	29	12,65	2,03	87,35	97,97
4	311	1267	-	-	100	1115	27	487	-	-	344	1808	-	-	6	29	34	58	8,27	2,44	91,73	97,56
5	1413	845	-	-	595	951	218	271	-	-	1739	1482	-	-	17	15	34	28	1,69	1,56	98,31	98,44
6	183	233	-	-	47	256	19	43	-	-	177	384	-	-	9	21	25	41	10,87	8,38	89,13	91,62
7	614	453	-	-	178	351	41	97	-	-	661	614	-	-	36	46	54	47	6,82	5,85	93,18	94,15
8	766	372	-	-	162	194	32	12	-	-	715	489	-	-	22	43	159	22	17,13	3,89	82,87	96,11
9	195	274	-	-	112	171	9	16	-	-	209	253	-	-	23	38	66	138	21,50	31,01	78,50	68,99
10	108	467	-	-	214	232	6	22	-	-	242	525	-	-	16	65	58	87	18,01	12,45	81,99	87,55
$\sum_{i=1}^n$	5880	5003	-	-	3240	4266	554	1078	-	-	7652	7262	-	-	175	320	739	609	125,58	116,54	874,42	883,46
$\bar{x}$	588,0	500,3	-	-	324,0	426,6	55,4	107,8	-	-	765,2	726,2	-	-	17,5	32,0	73,9	60,9	12,56	11,65	87,44	88,35

DI – Dois Irmãos

PV – Privê Vermont

$\sum_{i=1}^n (I - R)$  - Somatório da diferença entre o número de indivíduos recrutados e removidos

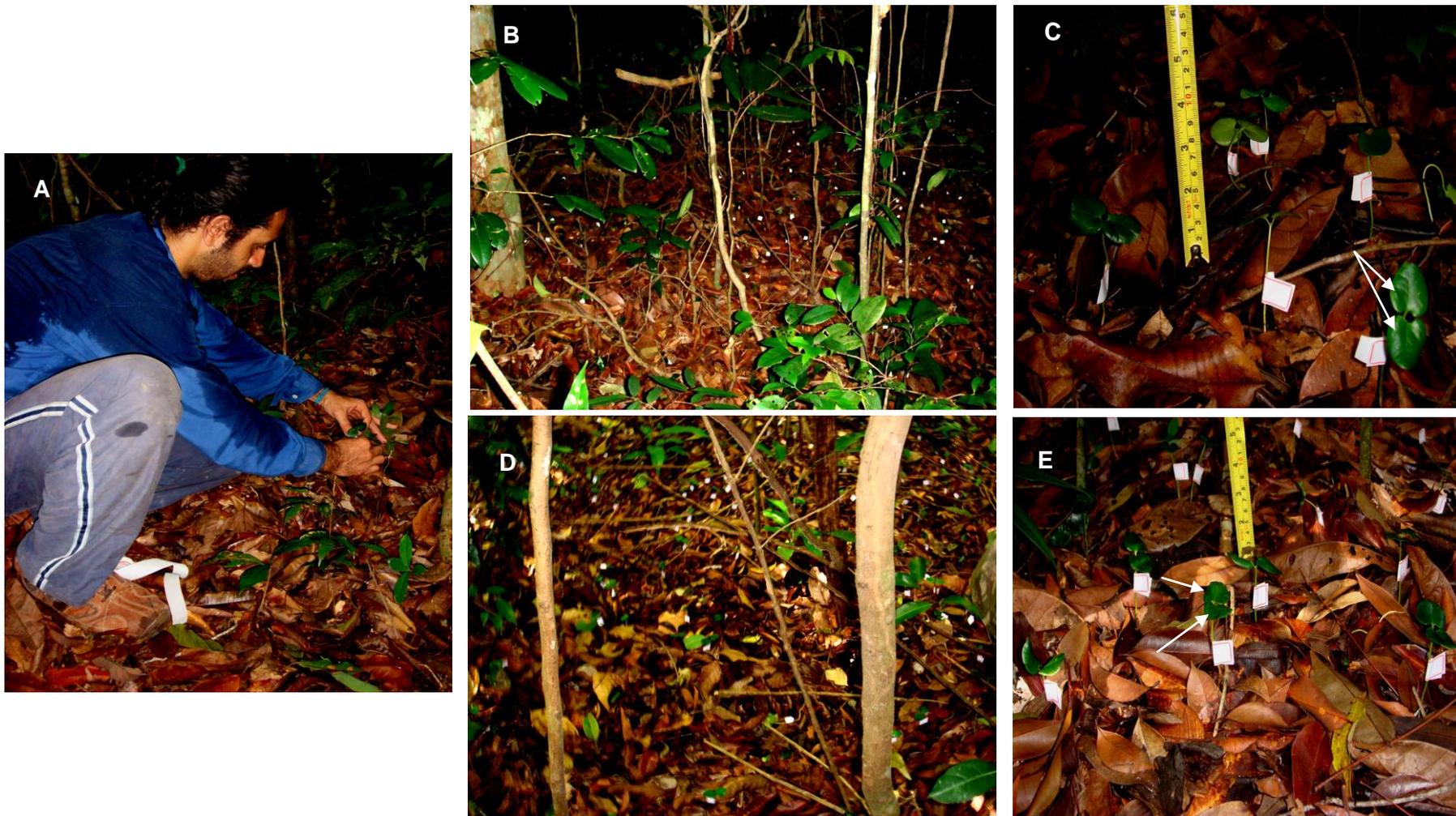


Figura 3. Levantamentos das plântulas do tipo fanerocotiledonar epigeal sob as copas das árvores matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC. realizados no mês de junho de 2008 (estação chuvosa): colocação de etiquetas (A), plântulas etiquetadas nos fragmentos de Dois Irmãos (B e C) e Privê Vermont (D e E). As setas sinalizam os cotilédones.  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2008

feitas por minadores na superfície desses cotilédones (Figura 4); nem a possível liberação de metabólitos secundários autotóxicos produzidos pelos indivíduos adultos coespecíficos no sentido de regular a população no espaço e no tempo, evitando a competição intraespecífica ou alelospolia (SINGH et al., 1999; CARVALHO, 2004).



Figura 4. Predações ocasionadas por formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.), representadas por setas brancas; e por minadores, representadas por setas pretas; em cotilédones de plântulas sob árvores matrizes de *Aspidosperma discolor* A. DC, nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife (A e B), e Privê Vermont, Camaragibe (C e D), entre o terceiro e quarto levantamentos

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

Notman e Gorchov (2001) afirmam que os percentuais de predação por insetos são significativamente maiores nas florestas tropicais maduras por oferecerem condições ambientais favoráveis a sua propagação e permanência nessas formações. Wyatt e Silmann (2004) acrescentam que o grau de perturbação dessas áreas influi consideravelmente na taxa de predação e no tipo de predadores dominantes cuja atuação preferencialmente recai sobre certa espécie vegetal. Dessa forma, se verifica determinados grupos de herbívoros que intensificam a predação

quando o ambiente é impactado natural ou antropicamente, enquanto outros intensificam sua atividade predatória quando a área encontra-se não perturbada.

Nesse contexto, pode-se admitir que a incidência e, sobretudo, a pressão exercida pelas formigas saúvas sobre plântulas de *A. discolor*, consideradas neste trabalho como sendo o grupo de predadores mais atuante e efetivo, portanto dominante no controle da densidade populacional dos indivíduos jovens dessa espécie, provavelmente seja resultante das atividades de desmatamento que historicamente se processa nos dois fragmentos florestais estudados.

A elevada concentração inicial de plântulas de *A. discolor* verificada sob as copas das suas matrizes com posterior redução significativa no contingente populacional desses indivíduos, a princípio decorrente da ação de predadores, ratificou a teoria da “Hipótese de fuga” proposta inicialmente por Janzen (1970) e Connell (1971), posteriormente denominada de “Hipótese de Escape” por Howe e Smallwood (1982).

Tal hipótese afirma que a probabilidade de sobrevivência das plântulas é menor quando inicialmente suas sementes são dispersas sob as copas e nas proximidades das fontes matriciais ou de agrupamentos de adultos coespecíficos, pois a alta densidade dessas estruturas reprodutivas e das progênes, além de favorecer a competição intraespecífica, pode atrair e induzir a ação de patógenos, herbívoros ou predadores especialistas existentes nas próprias plantas matrizes (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971; CLARK e CLARK, 1984; AUGSPURGER, 1984; OSUNKOYA et al., 1992; LAMBERS et al., 2002; FRECKLENTON et al., 2003).

Essa hipótese foi confirmada por Clark e Clark (1984) em plântulas de *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell, na Costa Rica, ao constatarem que 100% das progênes dessa espécie localizadas até 8 m de distância do adulto parental morreram num período de sete a vinte e quatro meses. Condit et al. (1992), trabalhando com progênes de oitenta espécies arbóreas, em Barro Colorado - Panamá, detectaram que apenas indivíduos de quinze desses táxons apresentavam maior probabilidade de ingressar numa nova classe de tamanho desde que ocorressem distribuídos longe dos adultos parentais. Cintra (1997), avaliando a distribuição espacial de *Astrocaryum murumuru* Mart., na Amazônia peruana, também confirmou maior intensidade de predação por insetos nas plântulas próximas a indivíduos adultos coespecíficos.

Outros autores, entretanto, afirmam que a redução substancial da densidade de populações de plântulas ou a sua eliminação integral nas proximidades de plantas adultas coespecíficas e matriciais não só está relacionada à ação de agentes patogênicos ou predadores, mas também com a capacidade dos vegetais processarem substâncias alelopáticas que, em determinadas espécies, induzem a heterotoxicidade e/ou a autotoxicidade (MILLER, 1996).

Esse autor considerou heterotoxicidade o efeito decorrente da emissão de metabólitos secundários pelas plantas cuja toxidez inibe a germinação de sementes e/ou crescimento de plantas de outras espécies; enquanto na autotoxicidade esse efeito se manifesta nas estruturas reprodutivas e/ou nas progênies coespecíficas.

Para Seigler (1996), a autotoxicidade se constitui num processo importante de controle de densidade populacional, pois instaura espaçamento entre indivíduos coespecíficos para conter o desenvolvimento e ação de predadores, bactérias e fungos patogênicos; bem como favorece a polinização cruzada entre indivíduos dentro da comunidade.

Entre os autores que constataram essa capacidade de autoalelopátia em espécies vegetais, encontram-se Friedman e Orshan (1975), que atribuíram à elevada taxa de mortalidade de propágulos e a baixa emergência de plântulas de *Artemisia herba-alba* Asso, em áreas secas de Israel, a ocorrência de exsudados de metabólitos secundários por parte das raízes e caules de plantas adultas dessa espécie; e Moniz-Brito e Osuna (2008), que relataram a grande dificuldade de se encontrar plântulas dispostas nas proximidades de indivíduos adultos de *Ziziphus joazeiro* Mart., provavelmente devido à liberação de saponinas pelas matriciais dessa espécie, os quais podem ocasionar efeitos aleloquímicos nas progênies (OLIVEIRA et al., 2009).

Uma das características marcantes da família Apocynaceae é a presença de laticíferos responsáveis em produzir certos metabólitos secundários presentes no látex cujas funções são proteger as espécies contra a ação de herbívoros e microrganismos, e de fechar ferimentos (FAHN, 1990; FARREL et al.; 1991). Essas atribuições foram comprovadas por Demarco et al. (2006) em látex de *Aspidosperma australe* Müll. Arg. quando verificaram em campo a selagem de ferimentos causados por herbívoros para impedir a entrada de microrganismos e a ausência de parasitas nos botões e flores adultas. Esse comportamento não foi constatado em plântulas de *A. discolor*, apesar da produção marcante de látex pela espécie, pois a profusão de

injúrias verificadas nos cotilédones das suas progênes permite deduzir que os metabólitos secundários dessa substância polimérica não são eficazes para combater as investidas de determinados predadores na espécie estudada.

Por outro lado, o fato de não se ter avaliado as possíveis implicações autoalelopáticas do látex produzido por *A. discolor*, não há como inferir se a ocorrência da alelospolia, devido às progênes se encontrarem agregadas, pode ser também considerada mecanismo primordial na redução da densidade populacional de plântulas produzidas pela espécie.

Apesar dos trabalhos realizados em formações neotropicais confirmarem o modelo proposto por Janzen (1970) e Connell (1971), há estudos comprovando que as causas da densidade ou distância-dependência não foram constatadas em determinadas espécies tropicais e que, portanto, contrariam a hipótese mortalidade-dependente defendida por esses autores (FRECKLETON e LEWIS, 2006; AUGSPURGER e WILKINSON, 2007). Entre esses trabalhos, salientam-se o de Leite e Rankin (1981) que, ao avaliarem a distribuição espacial de indivíduos de *Pithecolobium racemosum* Ducke na Floresta Amazônica, registraram maiores densidades de plântulas sob as copas dos indivíduos parentais; o de Moreira (1987) sobre demografia de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers em cerradão distrófico no Distrito Federal, que também demonstrou maior concentração de indivíduos jovens embaixo das copas dos parentais; e o de Pannuti (2009) sobre padrão de distribuição espacial de plântulas de *Calophyllum brasiliense* Camb., em restinga alta na Ilha do Cardoso, o qual revelou maior sobrevivência de indivíduos dessa espécie nas proximidades de adultos coespecíficos.

As avaliações realizadas em campo nas duas localidades de ocorrência da espécie estudada permitiram constatar que, apesar da forte redução no contingente populacional de plântulas de *A. discolor* sob as copas das árvores matrizes, atendendo ao modelo de Janzen-Connell, os indivíduos remanescentes resguardaram padrão de distribuição espacial agregado sob suas matrizes; comportamento também evidenciado na espécie congênica *A. polyneuron* (PINAZO et al., 2009).

Das 739 plântulas registradas embaixo das árvores mães de Dois Irmãos e 609 sob as de Privê Vermont, após o último levantamento (março/2009); verificou-se as maiores concentrações na matriz 8 – localizada em Dois Irmãos, com 159 progênes (21,52% do total produzido nas matriciais deste fragmento) (Tabela 4 e

Figura 5D) – e na matriz 9 – situada em Privê Vermont, com 138 progênies (22,66% do total produzido nas matrizes deste fragmento) (Tabela 5 e Figura 6E). Já as menores concentrações foram observadas na matriz 6 – situada em Dois Irmãos, com 25 progênies (3,38%) (Tabela 4 e Figura 5C) – e na árvore 8 – localizada em Privê Vermont, com 22 progênies (3,61%) (Tabela 5 e Figura 6D).

Com relação ao número total de plântulas de *A. discolor* por direção, constatou-se que as maiores concentrações ocorreram no quadrante Leste para ambas as localidades – 245 em Dois Irmãos, sendo registrado maior número na árvore 3 (64 progênies) e o menor na árvore 4 (1 progênie); e 206 em Privê Vermont, com maior registro na matriz 10 (44 progênies) e o menor na matriz 5 (4 progênies). Já as menores concentrações foram registradas no quadrante Oeste – 144 plântulas em Dois Irmãos, não sendo detectadas para essa direção progênies nas matrizes 3, 5 e 6, respectivamente; e 91 plântulas em Privê Vermont – (Tabelas 4 e 5; Figuras 5A a 6E).

Considerando-se a densidade total por quadrante foi verificada a maior quantidade de indivíduos por unidade de área na direção Leste (7,8 plântulas.m<sup>2</sup> para as matrizes de Dois Irmãos; e 6,2 plântulas.m<sup>2</sup> para as de Privê Vermont) e a menor para a direção Oeste (4,4 plântulas.m<sup>2</sup> para as parentais de Dois Irmãos e 2,5 plântulas.m<sup>2</sup> para as matrizes de Privê Vermont).

A avaliação estatística dos dados, obtidos nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste revelou para o Qui-quadrado os seguintes resultados:  $\chi^2 = 30,75$ , para a distribuição espacial das plântulas de *A. discolor* sob as árvores matrizes selecionadas em Dois Irmãos; e  $\chi^2 = 47,59$ , para a distribuição espacial das plântulas de *A. discolor* sob as matrizes selecionadas em Privê Vermont.

Comparando-se esses valores calculados com o Qui-quadrado encontrado na tabela ( $\chi^2 = 7,82$ ), ao nível de significância de 5% de probabilidade e 3 graus de liberdade; rejeita-se a hipótese H<sub>0</sub>, ou seja, a dispersão das sementes e a consequente distribuição espacial das plântulas de *A. discolor* nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, sob as copas das árvores matrizes nos fragmentos florestais de Dois Irmãos e Privê Vermont; não são influenciadas pela ação dominante dos ventos alísios do sudeste e do nordeste.

Tabela 4. Número total de plântulas de *Aspidosperma discolor* A. DC. distribuídas nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, após o quarto levantamento realizado em março de 2009; áreas dos quadrantes e número de indivíduos por unidade de área, para o fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife - PE

Plantas matrizes	Dois Irmãos														
	Número de indivíduos por quadrante					Área (m <sup>2</sup> )					Densidade (indivíduos.m <sup>2</sup> )				
	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total
1	53	19	11	44	127	44,52	40,63	58,90	38,90	182,95	1,2	0,5	0,2	1,1	3,0
2	11	6	51	12	80	47,12	29,16	34,74	40,86	151,88	0,2	0,2	1,5	0,3	2,2
3	36	2	64	0	102	30,03	33,87	36,11	30,77	130,78	1,2	0,1	1,8	0,0	3,1
4	3	12	1	18	34	14,26	43,48	23,11	21,83	102,68	0,2	0,3	0,1	0,8	1,4
5	9	11	14	0	34	12,75	19,28	16,33	16,10	64,46	0,7	0,6	0,9	0,0	2,2
6	0	13	12	0	25	21,07	32,76	24,73	36,21	114,77	0,0	0,4	0,5	0,0	0,9
7	5	14	26	9	54	19,23	18,77	24,90	26,94	89,84	0,3	0,7	1,0	0,3	2,3
8	13	67	52	27	159	41,52	44,69	38,75	38,55	163,51	0,3	1,5	1,3	0,7	3,8
9	21	26	2	17	66	28,50	60,99	40,97	47,23	177,69	0,7	0,4	0,1	0,3	1,5
10	14	15	12	17	58	24,40	15,68	27,80	17,30	85,18	0,6	0,9	0,4	0,9	2,8
<b>Total por direção</b>	165	185	245	144	739	283,40	339,31	326,34	314,69	1.263,74	5,4	5,6	7,8	4,4	23,2

Tabela 5. Número total de plântulas de *Aspidosperma discolor* A. DC. distribuídas nos quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, após o quarto levantamento realizado em março de 2009; áreas dos quadrantes e número de indivíduos por unidade de área, para o fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe - PE

Plantas matrizes	Privê Vermont														
	Número de indivíduos por quadrante					Área (m <sup>2</sup> )					Densidade (indivíduos.m <sup>-2</sup> )				
	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total	Norte	Sul	Leste	Oeste	Total
1	42	7	36	8	93	42,81	56,35	36,06	52,71	187,93	0,9	0,1	1,0	0,2	2,2
2	23	14	23	6	66	28,81	37,33	28,11	36,69	130,94	0,8	0,4	0,8	0,1	2,1
3	9	9	7	4	29	25,61	22,42	25,04	16,66	89,73	0,4	0,4	0,3	0,2	1,3
4	10	17	22	9	58	25,17	38,26	22,03	38,86	124,32	0,4	0,4	1,0	0,2	2,0
5	6	9	4	9	28	42,85	42,69	58,80	43,53	187,87	0,1	0,2	0,1	0,2	0,6
6	11	12	12	6	41	35,45	37,04	30,61	28,36	131,46	0,3	0,3	0,4	0,2	1,2
7	12	12	18	5	47	49,16	69,08	72,21	56,78	247,23	0,2	0,2	0,2	0,1	0,7
8	2	9	6	5	22	25,54	23,81	23,93	22,47	95,75	0,1	0,4	0,3	0,2	1,0
9	41	32	34	31	138	27,41	32,98	27,20	36,21	123,80	1,5	0,9	1,3	0,9	4,6
10	17	18	44	8	87	49,10	36,53	51,06	40,44	177,13	0,3	0,5	0,8	0,2	1,8
<b>Total por direção</b>	173	139	206	91	609	351,91	396,49	375,05	372,71	1.496,16	5,0	3,8	6,2	2,5	17,5

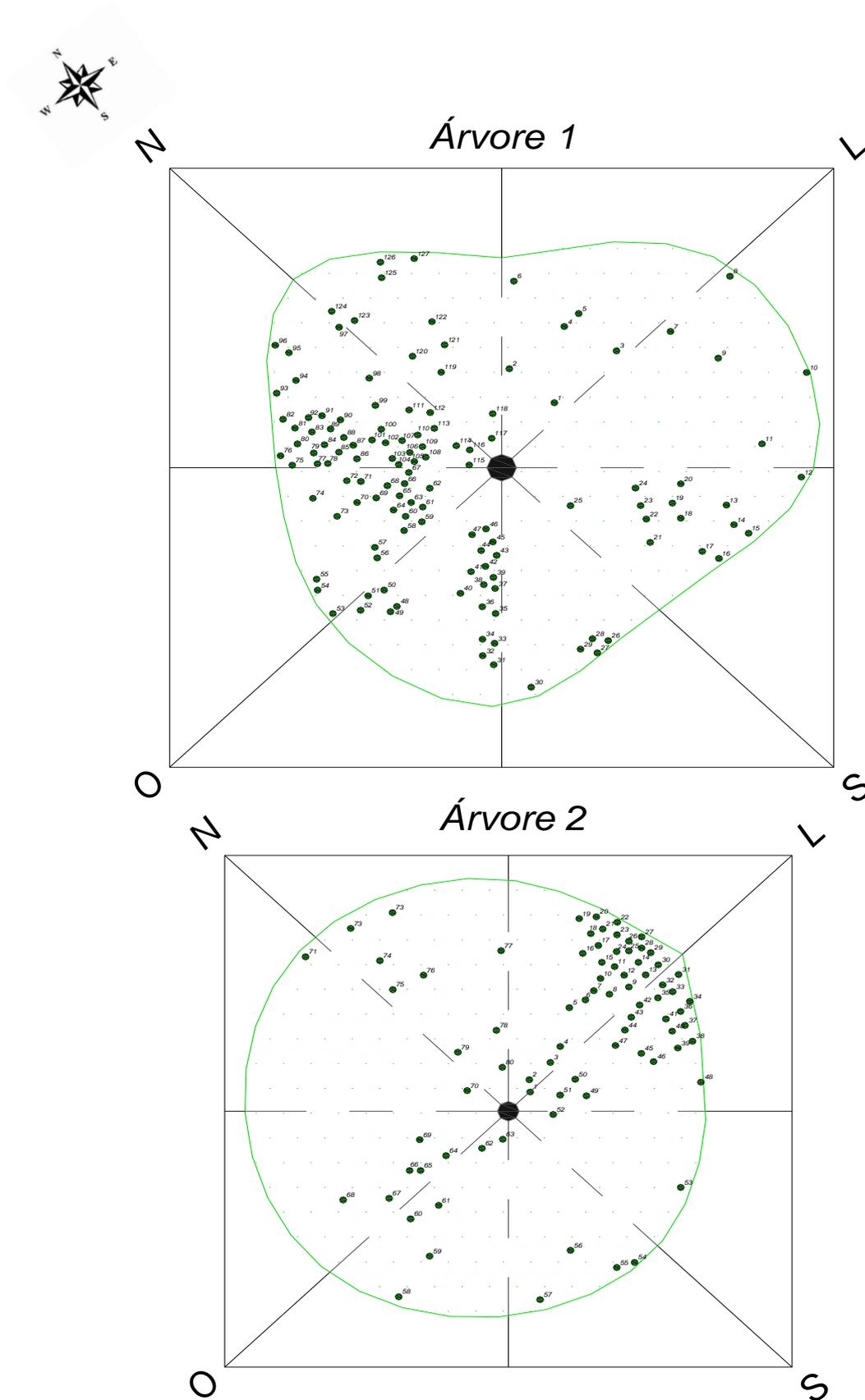


Figura 5A. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 1 e 2 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

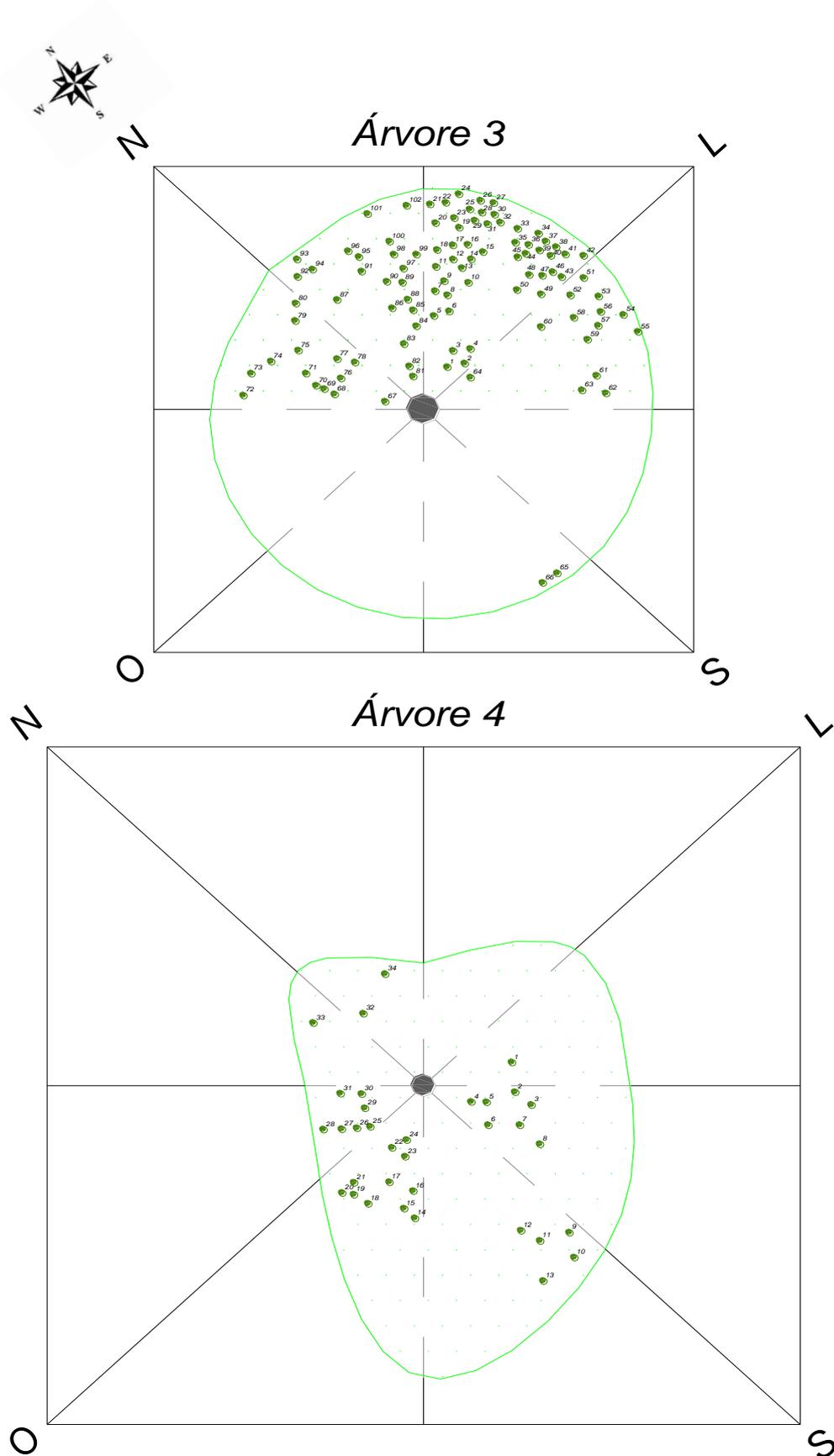


Figura 5B. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 3 e 4 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

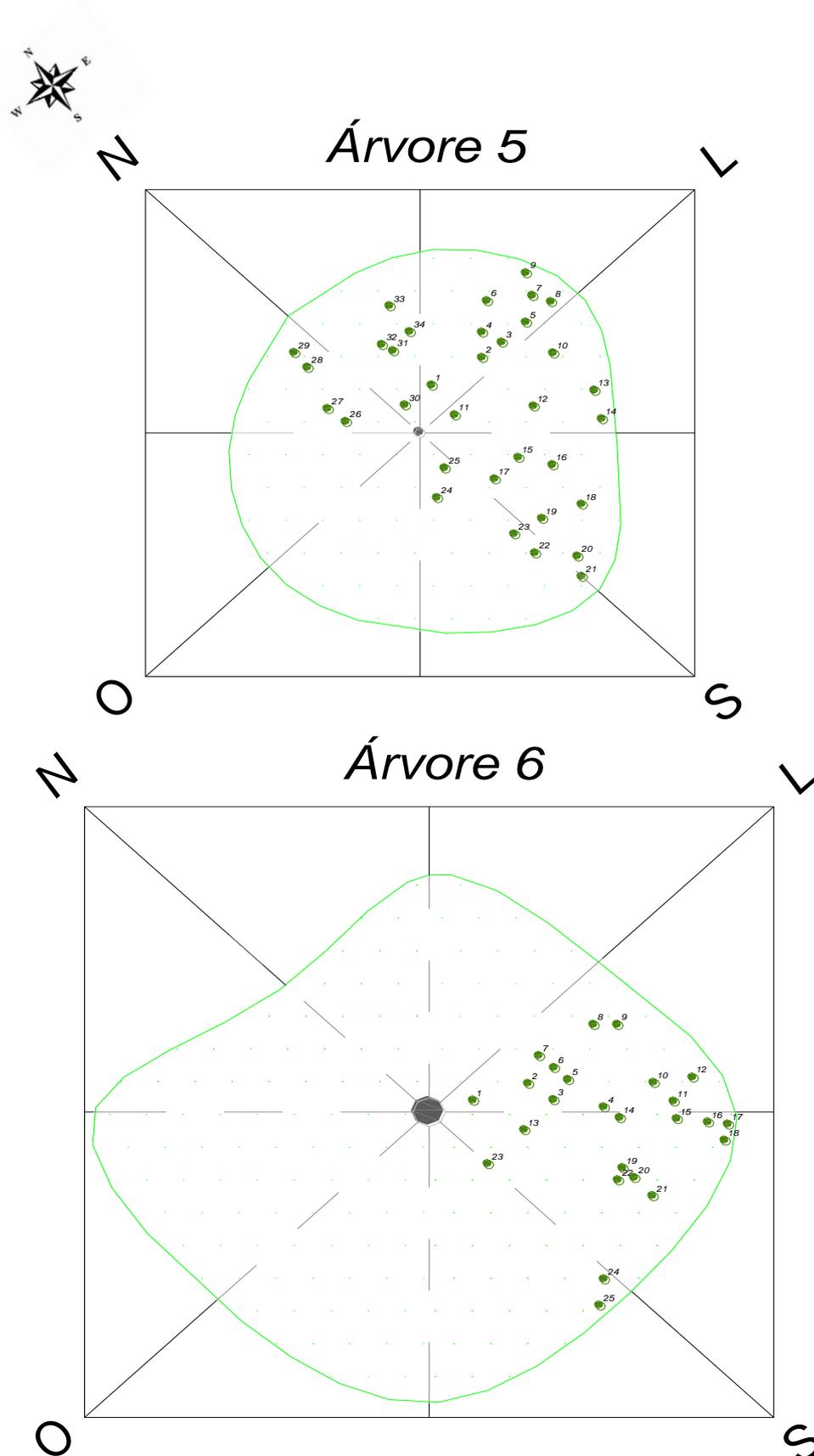


Figura 5C. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 5 e 6 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

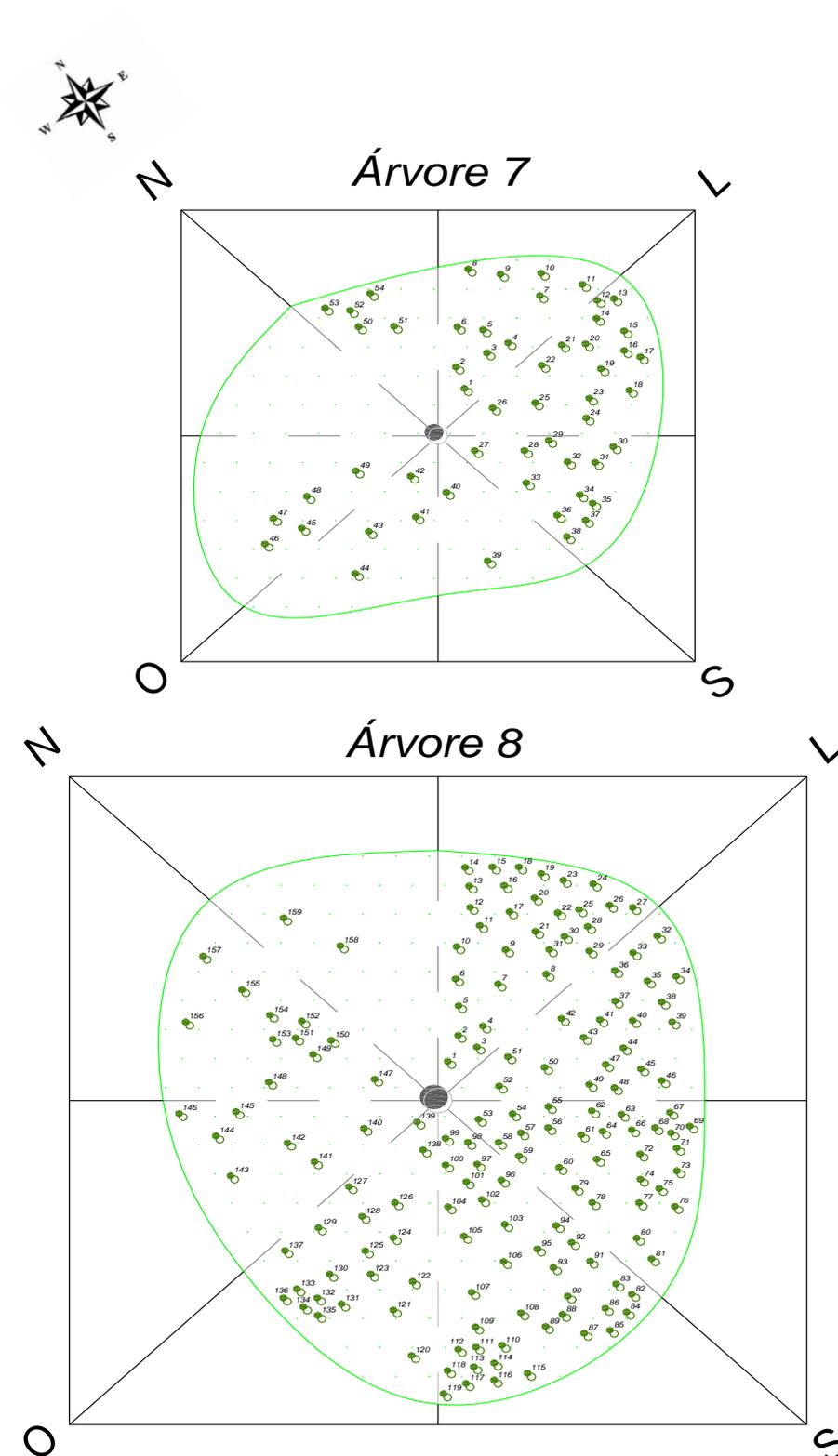


Figura 5D. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 7 e 8 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

- Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;
- Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

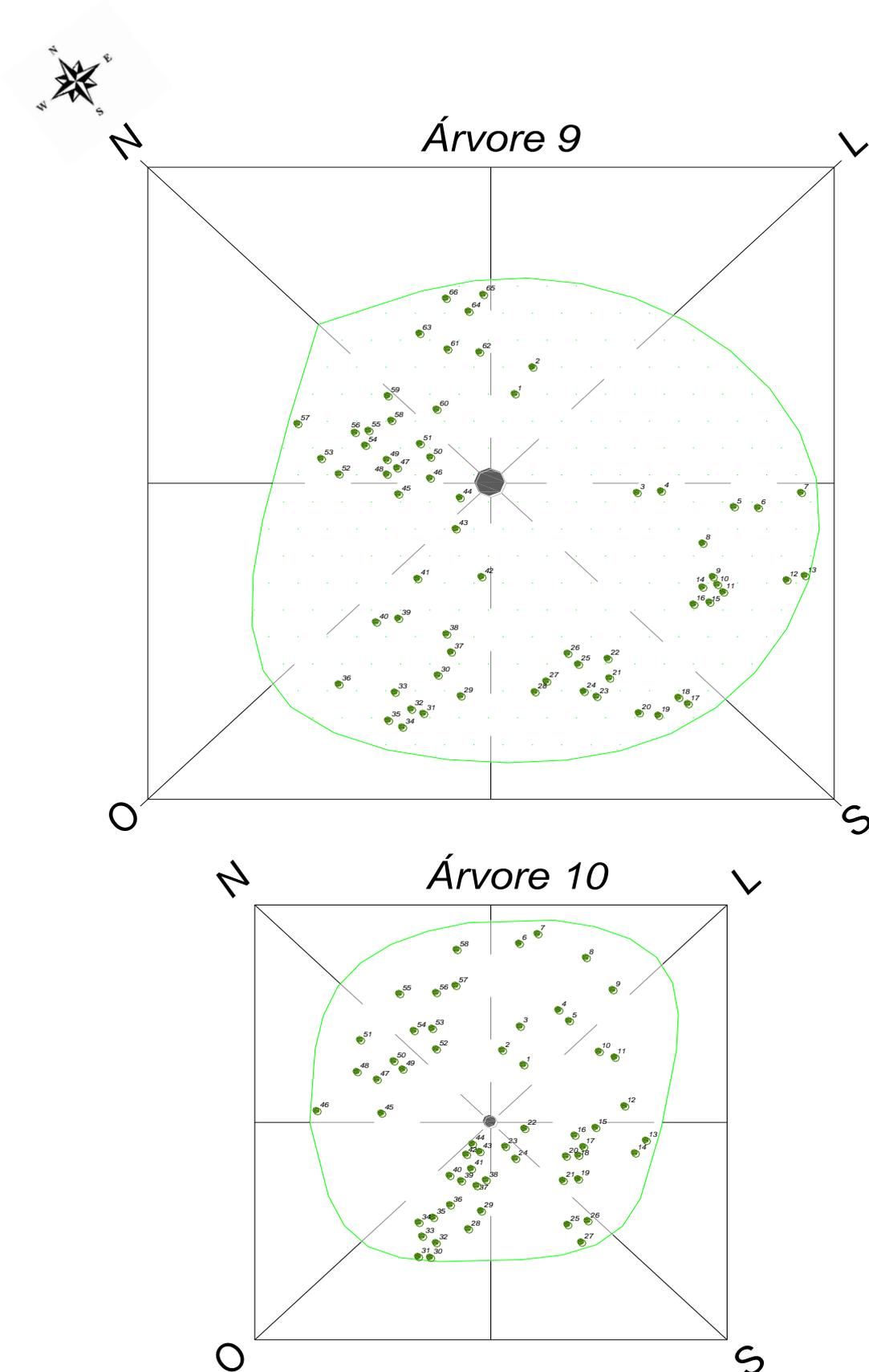


Figura 5E. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 9 e 10 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; ( Raios das copas: Escala 1:200)

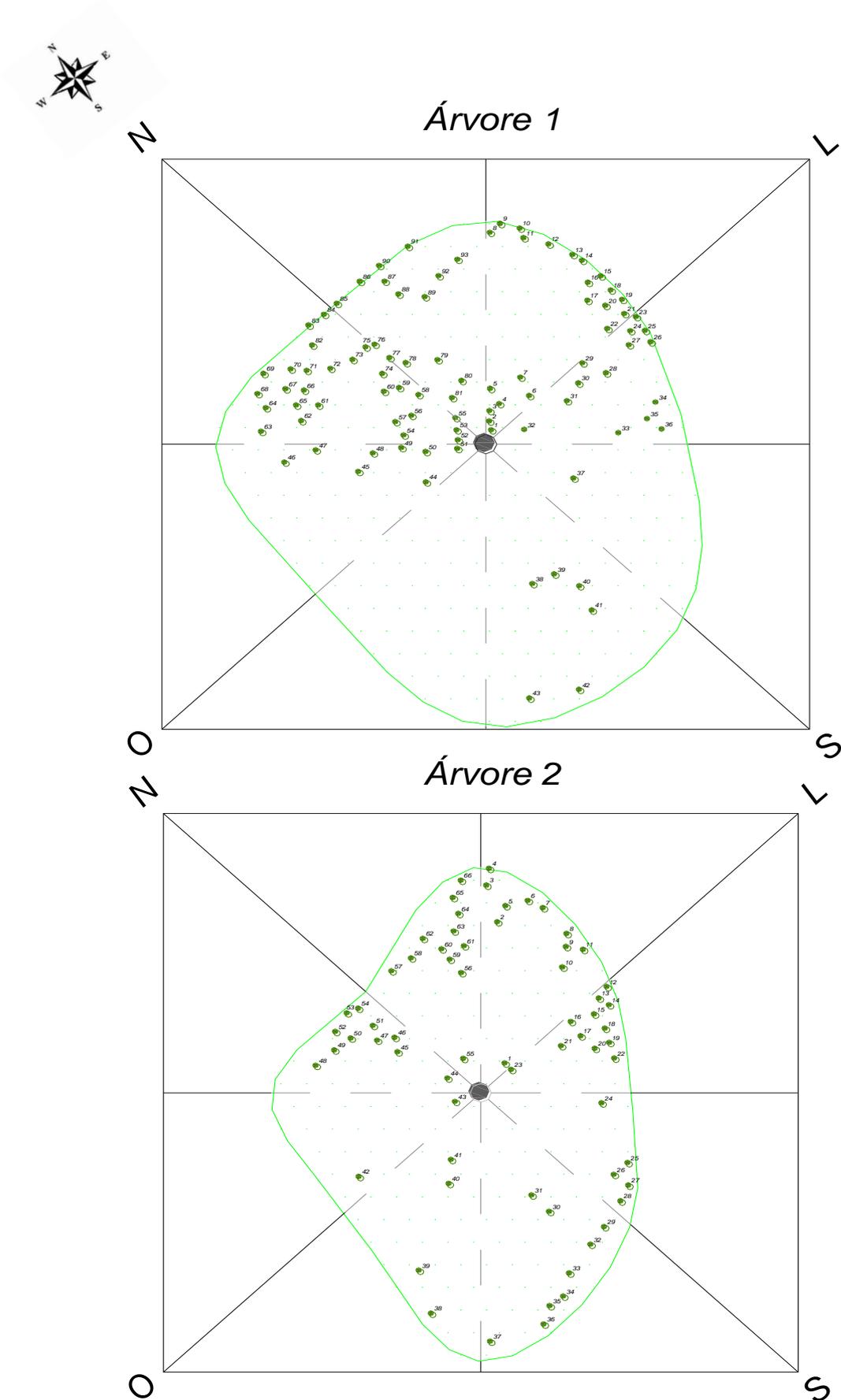


Figura 6A. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 1 e 2 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

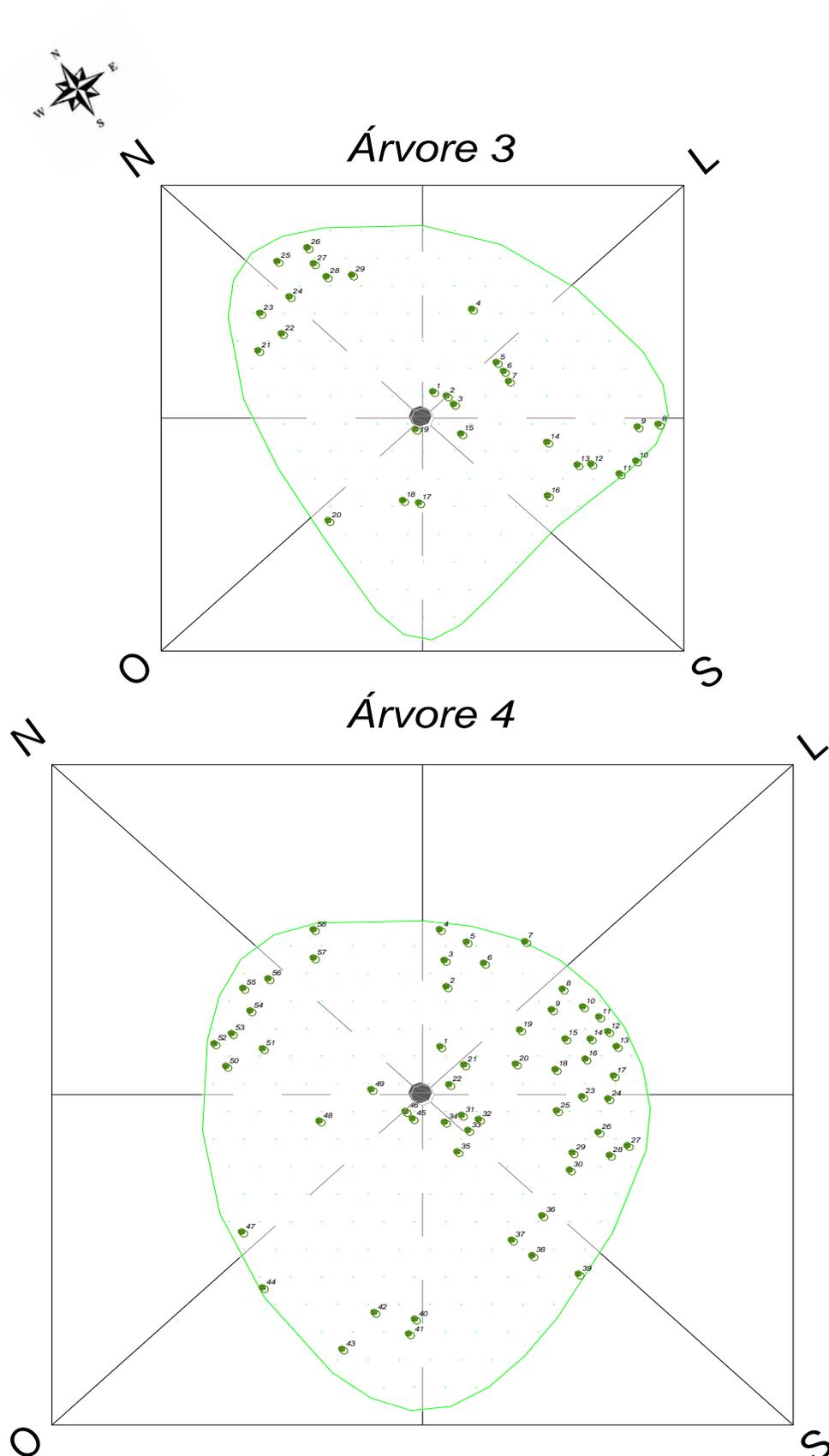


Figura 6B. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 3 e 4 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

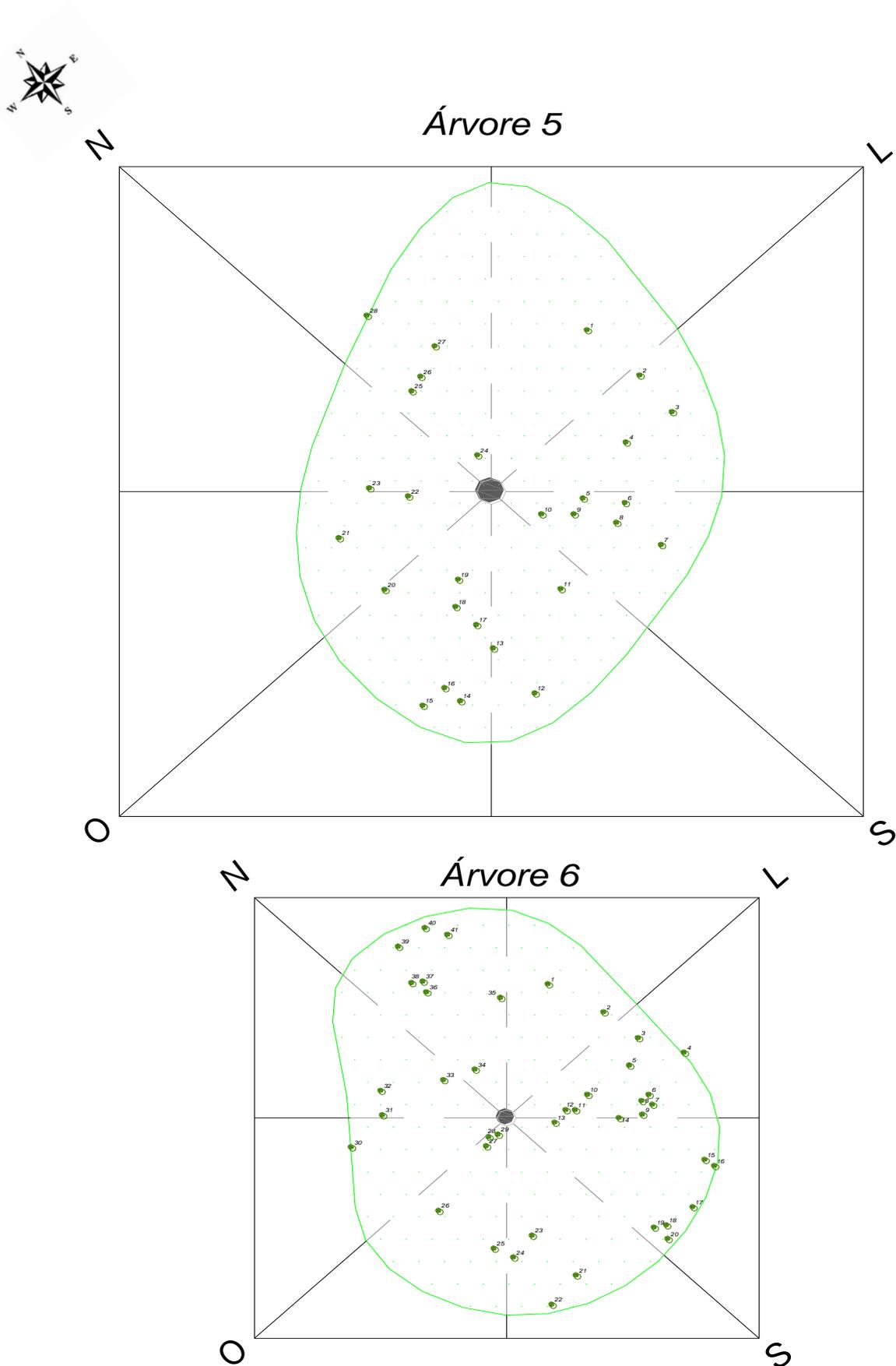


Figura 6C. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 5 e 6 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

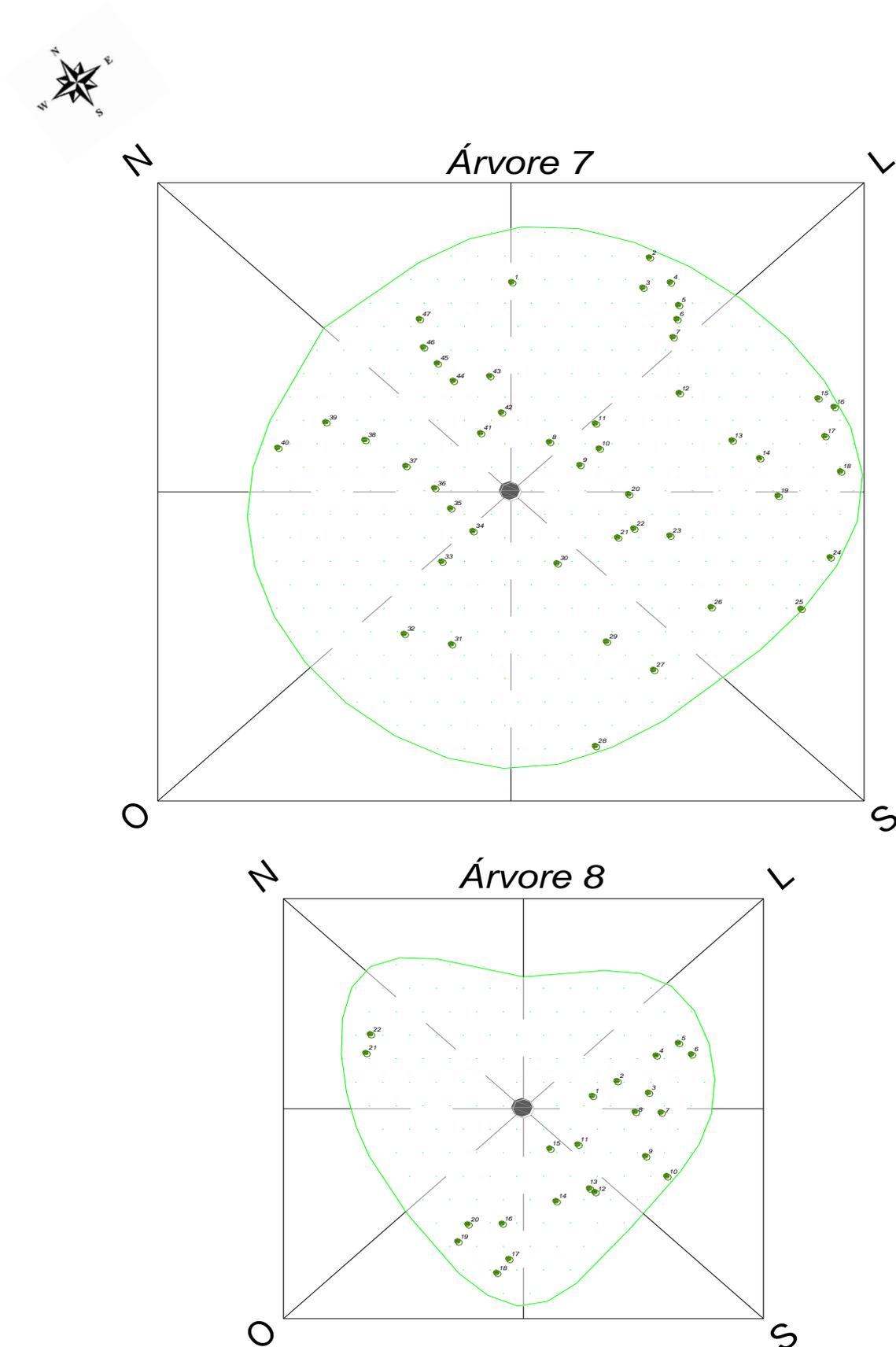


Figura 6D. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 7 e 8 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

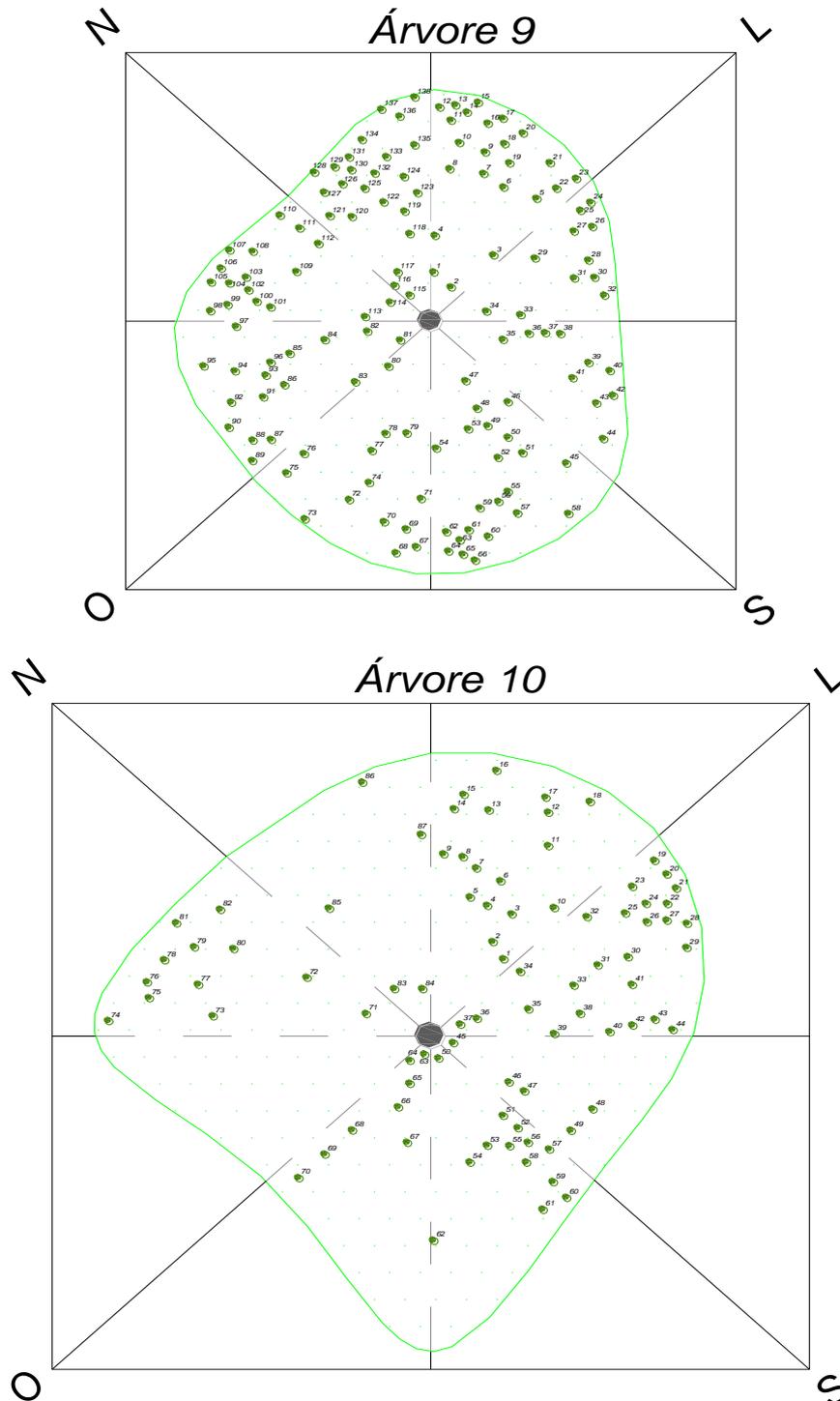


Figura 6E. Distribuição espacial das plântulas, após o quarto levantamento, realizado em março de 2009, sob as copas das árvores adultas 9 e 10 selecionadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. segundo os quadrantes Norte, Sul, Leste e Oeste, na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco

● Posição da plântula; 1,2,3... Números das plântulas; ● Posição da planta matriz;  
 ○ Área de projeção da copa; N,S,L,O Quadrantes; (Raios das copas: Escala 1:200)

A ação dos ventos alísios do sudeste e do nordeste de fato influencia na dispersão e na disposição espacial das unidades reprodutivas de *A. discolor* sob as copas das árvores matrizes nos fragmentos de Dois Irmãos e Privê Vermont, tendo em vista que essa espécie, à semelhança das congêneres *Aspidosperma cylindrocarpon* M. Arg., *Aspidosperma polyneuron* M. Arg., *Aspidosperma subincanum* Mart., *Aspidosperma parvifolium* A. DC., *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex M. Arg. e *Aspidosperma ramiflorum* M. Arg. (LORENZI, 1992; SILVA et al., 2004); produz sementes aladas leves que, teoricamente, permitem alcançar distâncias significativas em relação às suas matrizes por serem transportadas pela corrente de ar, induzindo-as, provavelmente, a maiores chances de regeneração (MARTINS NETTO, 1992).

Essa proposição é sustentada por Guariguata e Pinard (1998) quando afirmam que sementes anemocóricas podem atingir distâncias acima de 100 m a partir da planta matriz em florestas não impactadas, porém a maioria dessas unidades reprodutivas (75%) não alcança distância superior a 30 m da fonte matricial. Para Mori (2001), esse comportamento é decorrente da baixa circulação do vento no interior das florestas, impedindo o maior distanciamento de sementes aladas produzidas por espécies cujas árvores desenvolvem copas que não ultrapassam o dossel; o que não ocorre com certas espécies amazônicas da mata de terra firme dos gêneros *Cariniana sp* e *Couratari sp*, que por serem emergentes apresentam a vantagem de utilizar o vento para disseminarem suas sementes para grandes distâncias das plantas matriciais.

Para *A. discolor* o comportamento não seria diferente, pois se detectou que as árvores matrizes dessa espécie desenvolvem copas cuja distribuição espacial é parte integrante da estrutura do dossel tanto na Mata de Dois Irmãos quanto na Mata Privê Vermont. Logo, mesmo produzindo sementes aladas facilmente transportadas pelo vento, essa capacidade é tolhida face à interferência imposta pela própria arquitetura e estrutura do dossel da vegetação que, ao funcionar como uma barreira natural apesar de antropicamente perturbada, restringe a dispersão das sementes da espécie nas proximidades de suas respectivas matrizes; justificando, portanto, o padrão de distribuição espacial agregado e a efetiva ação de predadores sobre as respectivas sementes e plântulas.

### 3.3. Levantamento das Plantas Jovens de *A. discolor* nos Fragmentos Selecionados

Os dados quantitativos resultantes dos levantamentos da regeneração natural de indivíduos jovens da espécie, realizados nas quatro parcelas alocadas nas matas de Dois Irmãos e Privê Vermont, foram distribuídos conforme as classes de tamanho delimitadas nas unidades amostrais dos fragmentos analisados (Tabela 6).

Tabela 6. Classes de tamanho determinadas para cada parcela de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) distribuída nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	Classes de tamanho
Dois Irmãos	1	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 2,08 m II – indivíduos com altura entre 2,08 m a 3,39 m III – indivíduos com altura entre 3,39 m a 4,71 m
	2	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,30 m II – indivíduos com altura entre 1,30 m a 2,09 m III – indivíduos com altura entre 2,09 m a 2,90 m
	3	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,86 m II – indivíduos com altura entre 1,86 m a 3,04 m III – indivíduos com altura entre 3,04 m a 4,21 m
	4	I – indivíduos com altura entre 0,13 m a 1,48 m II – indivíduos com altura entre 1,48 m a 2,83 m III – indivíduos com altura entre 2,83 m a 3,73 m
Privê Vermont	1	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,05 m II – indivíduos com altura entre 1,05 m a 2,01 m III – indivíduos com altura entre 2,01 m a 2,96 m
	2	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,73 m II – indivíduos com altura entre 1,73 m a 2,81 m III – indivíduos com altura entre 2,81 m a 3,90 m
	3	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,35 m II – indivíduos com altura entre 1,35 m a 2,19 m III – indivíduos com altura entre 2,19 m a 3,02 m
	4	I – indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,32 m II – indivíduos com altura entre 1,32 m a 2,13 m III – indivíduos com altura entre 2,13 m a 2,94 m

O número total de indivíduos jovens computados para as três classes de tamanho por parcela de cada procedência encontra-se exposto nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

De acordo com a Tabela 7, constatou-se para o fragmento florestal de Dois Irmãos um total de 350 indivíduos jovens (7.000 ind.ha<sup>-1</sup>), distribuídos segundo as unidades amostrais da seguinte forma: 50 indivíduos na parcela um; 77 na parcela

dois; 84 na parcela três e 139 na parcela quatro. A classe de tamanho I foi a que congregou a maior concentração de plantas jovens em todas as parcelas analisadas, sobressaindo-se a da unidade amostral quatro onde se registrou um total de 109 indivíduos. Entretanto, foi na classe de tamanho I, da parcela um, onde se evidenciaram os maiores valores em termos de frequência relativa e de densidade relativa para essa variável: 63,16% e 84,00%, respectivamente. A categoria de tamanho III, por sua vez, foi a que registrou menor distribuição de plantas jovens em todas as unidades amostrais avaliadas, se destacando a parcela um, na qual se computou apenas duas progênies, e frequência relativa de 10,52%. A menor densidade relativa nessa classe de tamanho ocorreu na parcela quatro (2,87%).

Tabela 7. Distribuição de plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. por classe de tamanho nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	Classe de tamanho	Número de indivíduos	Frequência		Densidade relativa (%)	
				Absoluta (%)	Relativa (%)		
Dois Irmãos	1	I	42	60,00	63,16	84,00	
		II	6	25,00	26,32	12,00	
		III	2	10,00	10,52	4,00	
		Total		50	95,00	100,00	100,00
	2	I	58	70,00	60,87	75,32	
		II	11	20,00	17,39	14,29	
		III	8	25,00	21,74	10,39	
		Total		77	115,00	100,00	100,00
	3	I	70	75,00	60,00	83,34	
		II	10	30,00	24,00	11,90	
		III	4	20,00	16,00	4,76	
		Total		84	125,00	100,00	100,00
4	I	109	70,00	48,28	78,42		
	II	26	55,00	37,93	18,71		
	III	4	20,00	13,79	2,87		
	Total		139	145,00	100,00	100,00	
	Total		350				

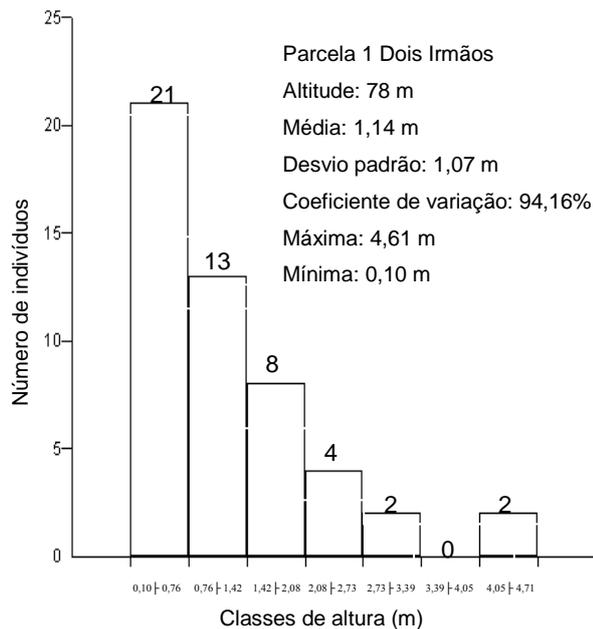
Com relação ao fragmento florestal Mata Privê Vermont, foi contabilizado um total de 446 indivíduos jovens (8.920 ind.ha<sup>-1</sup>), apresentando a seguinte disposição nas unidades amostrais: 284 plantas na parcela um; 54 na parcela dois; 51 na parcela três e 57 na parcela quatro (Tabela 8). Assim como na Mata de Dois Irmãos, a classe de tamanho I, no fragmento Privê Vermont, reuniu a maior concentração de plantas jovens em todas as unidades amostrais avaliadas, destacando-se, porém, a

parcela um, na qual se computou um total de 276 indivíduos, com frequência relativa 80,00% e densidade relativa de 97,18%. A classe de tamanho III apresentou, também, comportamento similar ao verificado para Dois Irmãos, pois revelou a menor concentração de plantas jovens em todas as parcelas averiguadas, sobressaindo-se a unidade amostral dois, onde se detectou apenas um indivíduo, com menor frequência relativa (5,56%) e densidade relativa (1,85%).

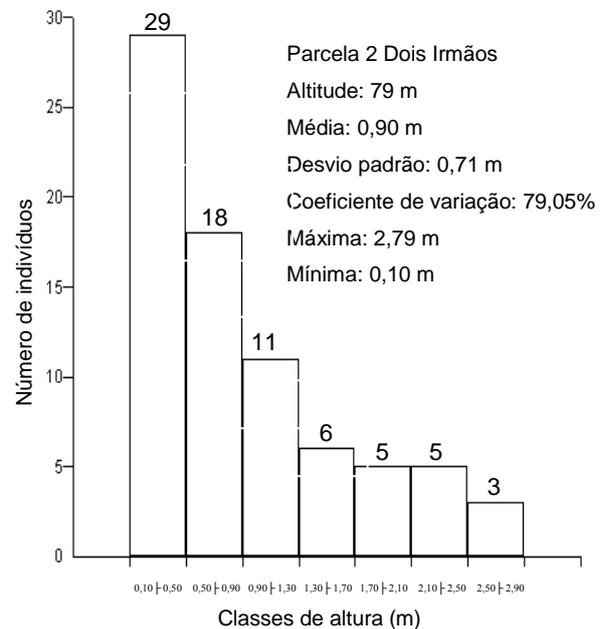
Tabela 8. Distribuição de plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. por classe de tamanho nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	Classe de tamanho	Número de indivíduos	Frequência		Densidade relativa (%)	
				Absoluta (%)	Relativa (%)		
Privê Vermont	1	I	276	100,00	80,00	97,18	
		II	5	15,00	12,00	1,76	
		III	3	10,00	8,00	1,06	
		Total		284	125,00	100,00	100,00
	2	I	50	70,00	77,78	92,59	
		II	3	15,00	16,66	5,56	
		III	1	5,00	5,56	1,85	
		Total		54	90,00	100,00	100,00
	3	I	46	65,00	76,48	90,20	
		II	2	10,00	11,76	3,92	
		III	3	10,00	11,76	5,88	
		Total		51	85,00	100,00	100,00
4	I	51	70,00	82,36	89,48		
	II	3	10,00	11,76	5,26		
	III	3	5,00	5,88	5,26		
	Total		57	85,00	100,00	100,00	
	Total		446				

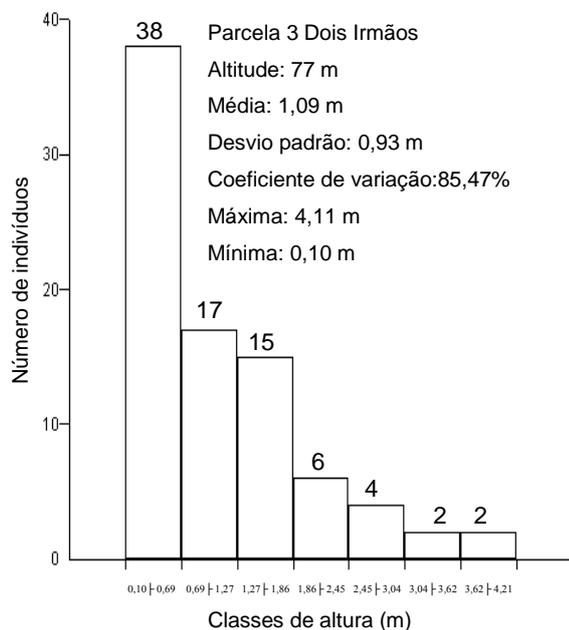
Encontram-se representados na Figura 7 os histogramas de distribuição do número de indivíduos jovens por classe de tamanho referentes às quatro unidades amostrais inventariadas em Dois Irmãos. As alturas médias das plantas mensuradas foram 1,14 m (parcela um), 0,90 m (parcela dois), 1,09 m (parcela três) e 0,99 m (parcela quatro). O coeficiente de variação de 74,41%, obtido para as classes de tamanho registradas na unidade amostral quatro, foi o mais baixo entre as parcelas, revelando menor variabilidade de suas alturas em comparação com as demais unidades amostrais avaliadas nesse fragmento. A altura máxima dos indivíduos jovens foi de 4,61 m, detectada na parcela 1; enquanto a mínima, predominante em 75% das unidades amostrais inventariadas, foi de 0,10 m.



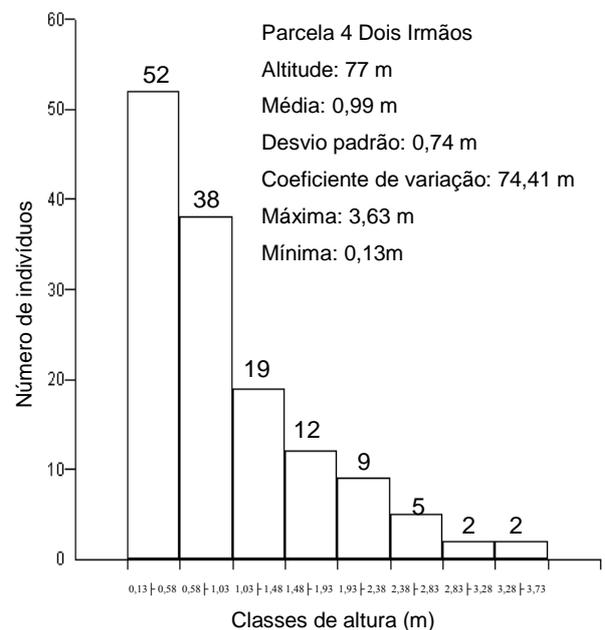
- I - indivíduos com altura entre 0,10 m a 2,08 m  
 II - indivíduos com altura entre 2,08 m a 3,39 m  
 III - indivíduos com altura entre 3,39 m a 4,71 m



- I - indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,30 m  
 II - indivíduos com altura entre 1,30 m a 2,09 m  
 III - indivíduos com altura entre 2,09 m a 2,90 m



- I - indivíduos com altura entre 0,10 m a 1,86 m  
 II - indivíduos com altura entre 1,86 m a 3,04 m  
 III - indivíduos com altura entre 3,04 m a 4,21 m



- I - indivíduos com altura entre 0,13 m a 1,48 m  
 II - indivíduos com altura entre 1,48 m a 2,83 m  
 III - indivíduos com altura entre 2,83 m a 3,73 m

Figura 7. Histogramas de distribuição do número de plantas jovens por classe de altura de *Aspidosperma discolor* A. DC. referentes às quatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009

Já os histogramas de distribuição do número de indivíduos jovens por classe de tamanho para as quatro unidades amostrais pertencentes à Privê Vermont encontram-se expostos na Figura 8. Foram obtidos para os indivíduos mensurados alturas médias de 0,21 m (parcela um), 0,51 m (parcela dois), 0,55 m (parcela três) e 0,49 m (parcela quatro). Os coeficientes de variação atingiram valores elevados em todas as unidades amostrais, denotando alto grau de heterogeneidade nas classes de altura, sobretudo na parcela um, onde se verificou a maior variabilidade para os portes dos indivíduos mensurados (163,96%). A altura máxima detectada foi de 3,80 m, para as plantas jovens encontradas na parcela dois, enquanto a mínima computada foi de 0,10 m, em todas as unidades amostrais avaliadas no fragmento florestal de Privê Vermont.

A distribuição do número de indivíduos jovens por subparcela foi analisada por meio dos histogramas e mapeamentos da ocupação espacial dessas progênies elaborados para as parcelas instaladas nas localidades estudadas (Figuras 9, 10, 11 e 12).

Verificou-se para o fragmento florestal de Dois Irmãos (Figuras 9 e 10) uma distribuição espacial irregular, na qual se constatou uma variação de zero indivíduo, em subparcelas de todas as unidades amostrais, até o máximo de trinta e três plantas jovens registradas na subparcela quatorze da unidade amostral dois.

Já no fragmento florestal de Privê Vermont, apesar da evidência de distribuição espacial regular de plantas jovens ocupando todas as subparcelas analisadas na unidade amostral um inclusive com maior concentração de indivíduos (74) na subunidade quatro; também se constatou predominância de ocupação espacial irregular nas demais unidades amostrais analisadas, com variação de zero indivíduo, em subunidades das parcelas dois, três e quatro, ao máximo de quatorze plantas jovens na subparcela um da unidade amostral quatro (Figura 11 e 12).

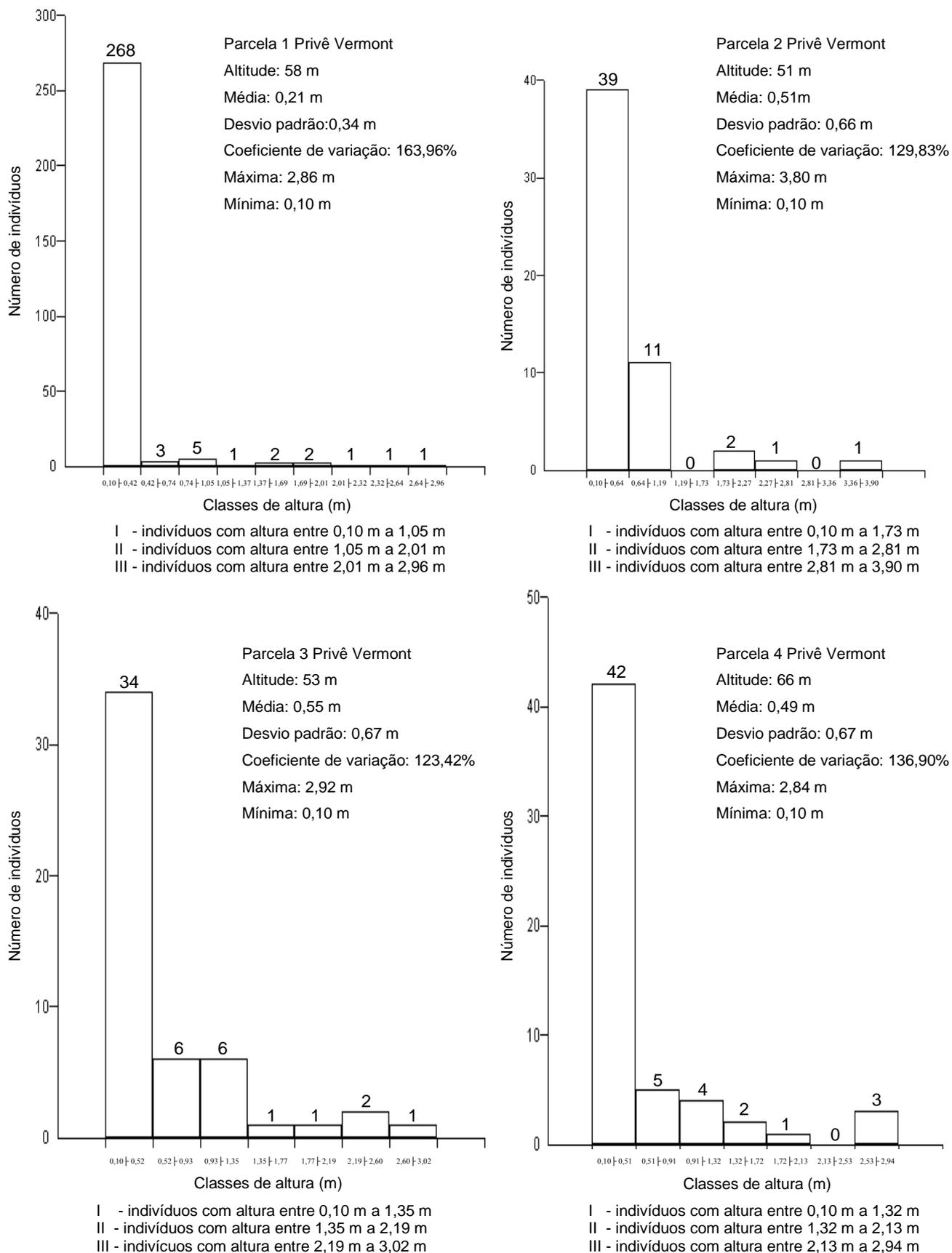


Figura 8. Histogramas de distribuição do número de plantas jovens por classe de altura de *Aspidosperma discolor* A. DC. referentes às quatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

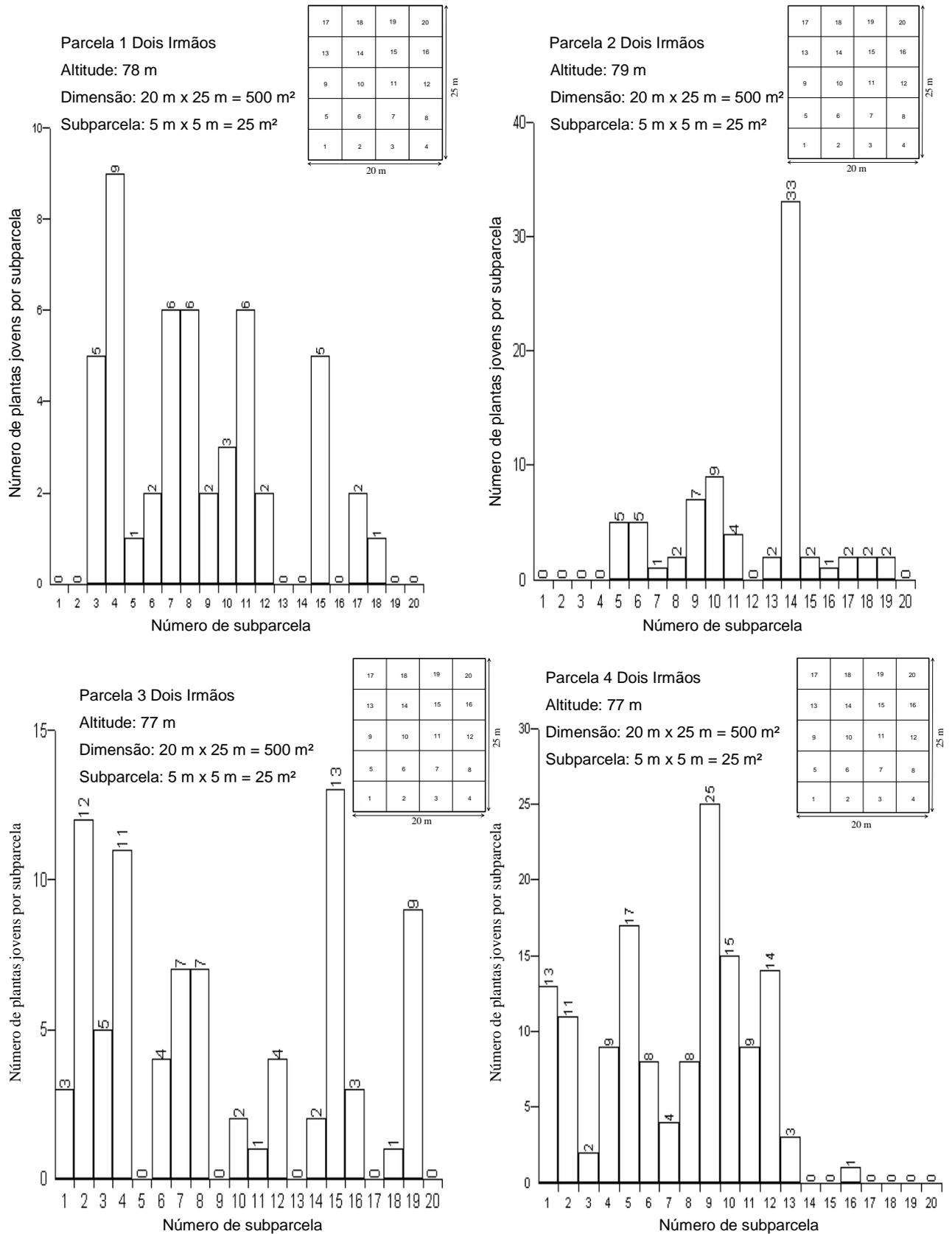


Figura 9. Histogramas da distribuição do número de plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. por subparcela nas quatro unidades amostrais de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) alocadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, 2009

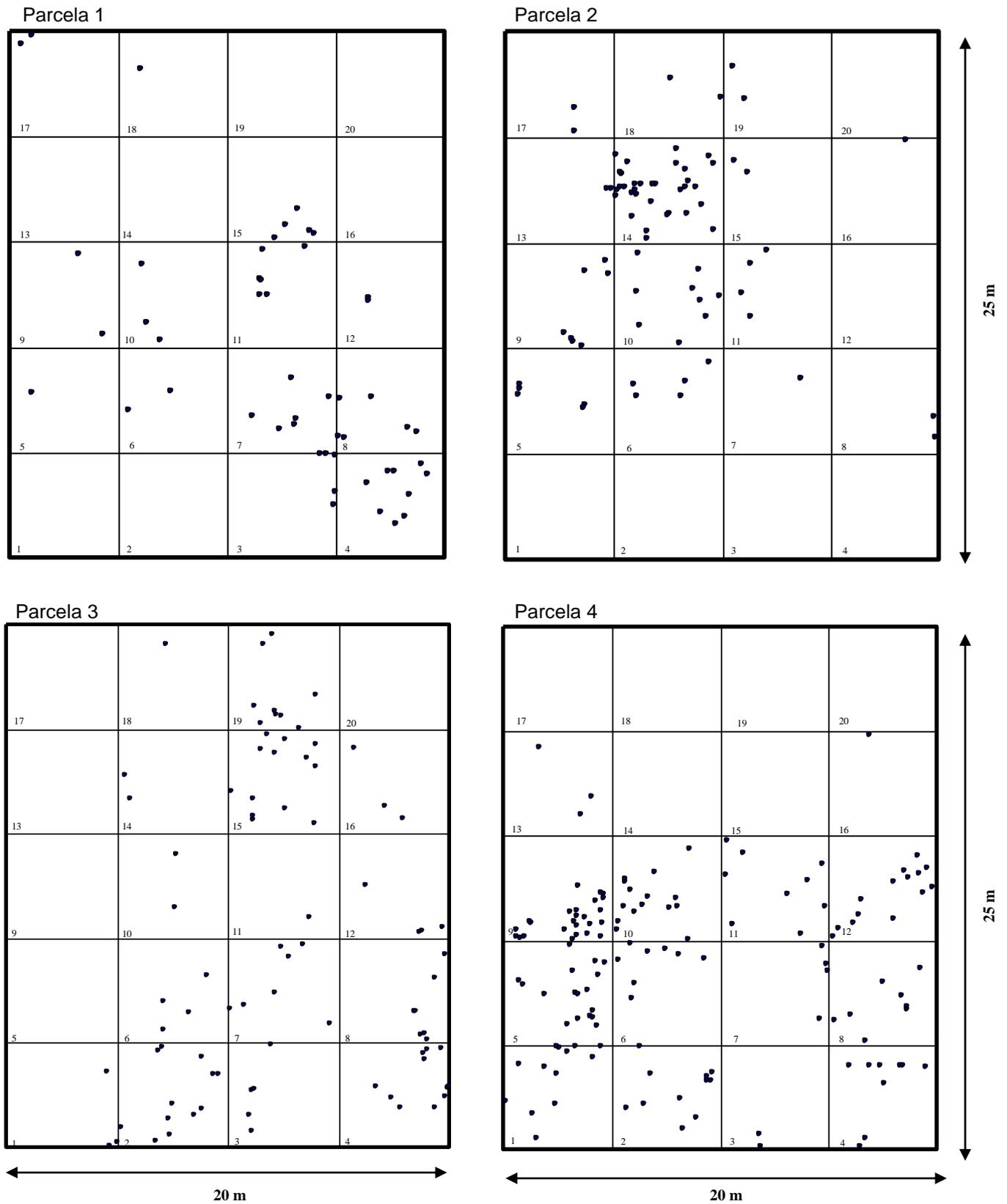


Figura 10. Distribuição espacial das plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. nas quatro parcelas com dimensão de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) localizadas no fragmento florestal de Dois Irmãos, Recife - Pernambuco, 2009  
Escala 1:250

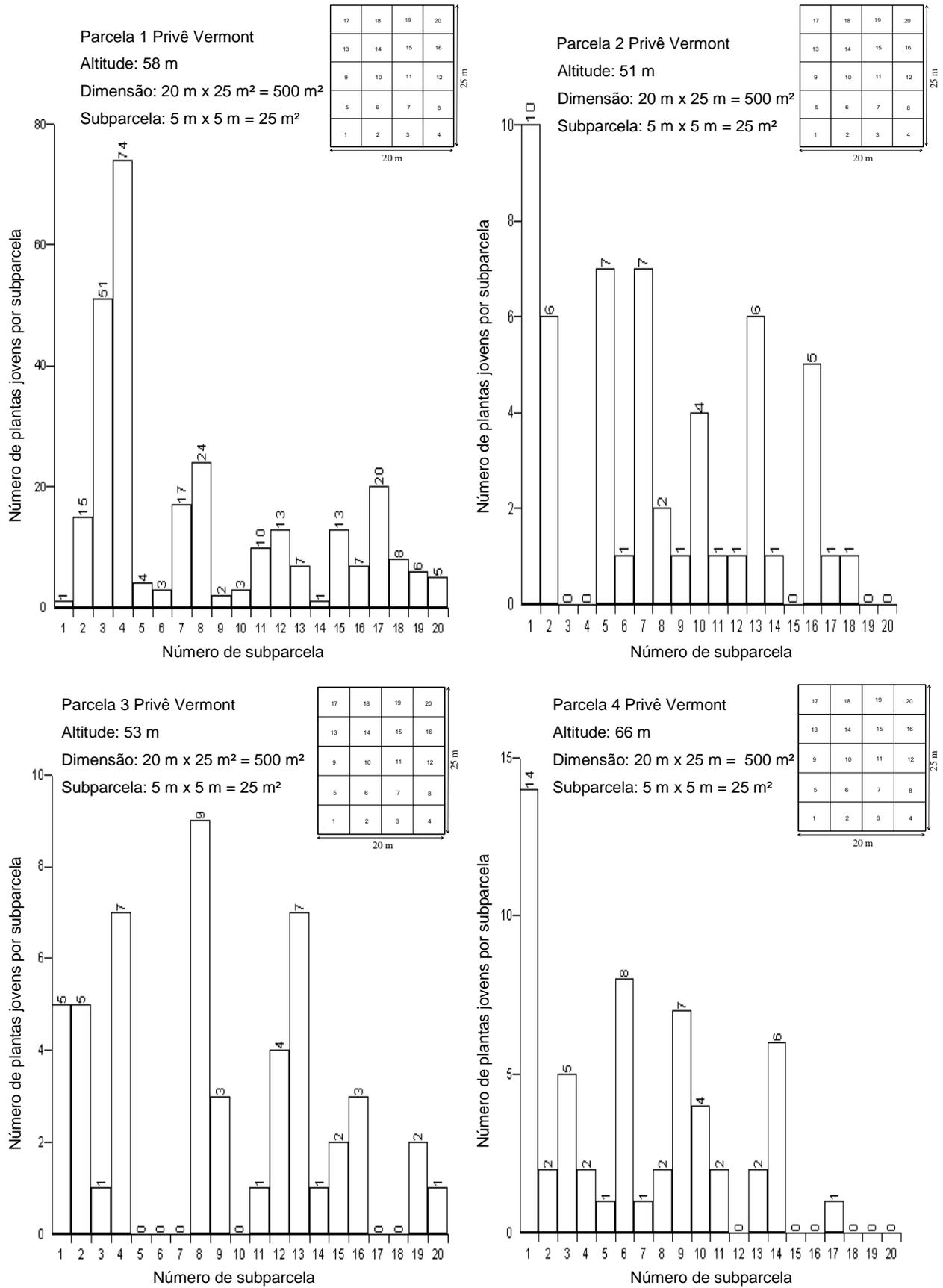


Figura 11. Histogramas da distribuição do número de plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. por subparcela nas quatro unidades amostrais alocadas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

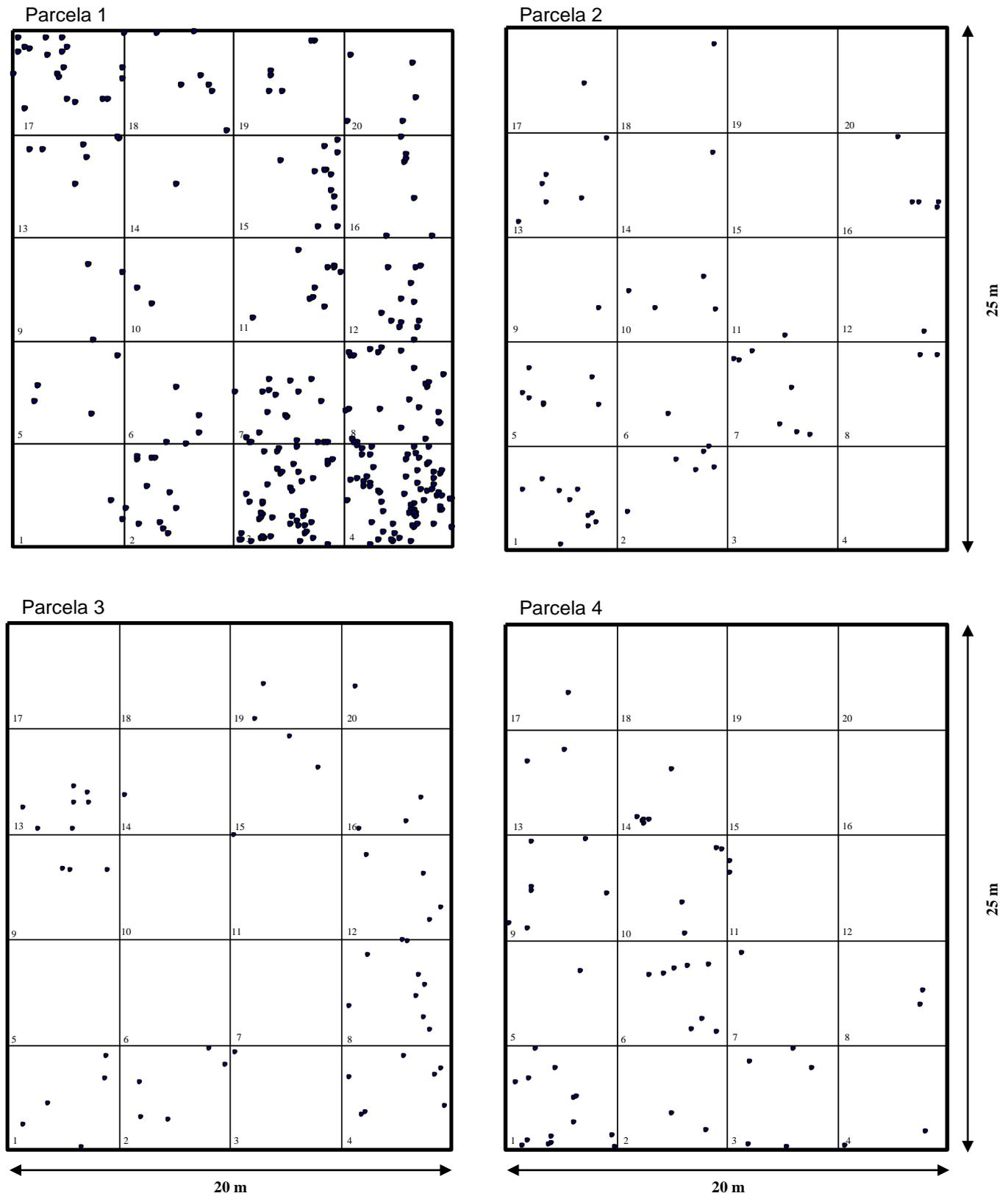


Figura 12. Distribuição espacial das plantas jovens de *Apidosperma discolor* A. DC. nas quatro parcelas com dimensão de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m) localizadas no fragmento florestal de Privê Vermont, Camaragibe - Pernambuco, 2009  
Escala 1:250

Os valores determinados para o Índice de Dispersão de Morisita ( $I_d$ ) aplicado nas quatro parcelas instaladas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos e Privê Vermont encontram-se registrados na Tabela 9. Constatou-se padrão de distribuição agregado para todas as parcelas amostradas nas duas localidades. Entretanto, ficou evidenciado que as unidades amostrais um e dois, localizadas em Privê Vermont e Dois Irmãos respectivamente, foram as que demonstraram os maiores índices de agregação (2,48 e 4,22), cujos valores obtidos para os Qui-quadrados se caracterizaram como os mais elevados ( $\chi^2 = 439,10$  e  $\chi^2 = 263,52$ ) entre aqueles calculados para as demais parcelas.

Tabela 9. Tipo de distribuição espacial de plantas jovens de *Aspidosperma discolor* A. DC. encontrado nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	$I_d$	$\chi^2$	Tipo de Distribuição
Dois Irmãos	1	1,76	56,40**	Agregado
	2	4,22	263,52**	Agregado
	3	1,76	82,19**	Agregado
	4	1,88	140,86**	Agregado
Privê Vermont	1	2,48	439,10**	Agregado
	2	1,87	65,26**	Agregado
	3	1,76	56,84**	Agregado
	4	2,21	86,51**	Agregado

\*\* Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

Os estudos relacionados com a dinâmica populacional das espécies nativas de formações vegetacionais localizadas nas regiões tropicais úmidas são de extrema importância, sobretudo quando essas se encontram confinadas em florestas fragmentadas sob pressões antrópicas que induzem a redução gradativa da distribuição espacial das plântulas e dos indivíduos jovens e adultos dessas espécies no interior desses fragmentos. Laurance (1991) e Laurance et al. (2002) salientam que no processo de fragmentação dos habitats há geração de efeitos de borda abruptos que modificam severamente as condições microclimáticas internas da floresta, gerando maior insolação, exposição ao vento e dessecamento que, segundo Fox et al. (1997), Laurance et al. (2002), Fahrig (2003) e Dajoz (2005), promovem alterações nas taxas de recrutamento e mortalidade de plantas, além de acelerar a deciduidade foliar e abscisão de ramos, aumentando temporariamente a espessura e a produção da serrapilheira.

Esse incremento de volume de matéria orgânica no solo florestal aumenta a disponibilidade de abrigos para vários organismos, inclusive herbívoros generalistas e especialistas, devido à criação de muitos microhabitats com características abióticas singulares, potencializando a taxa de predação de sementes e plântulas, principalmente por artrópodes (FACELLI, 1994), de determinadas espécies arbóreas tropicais do dossel. Entretanto, há de se admitir que a herbivoria também se processe com ênfase em áreas onde há remoção da serrapilheira, provavelmente por meio de predadores especialistas. Essa heterogeneidade física do ambiente no interior da floresta condiciona variações nas taxas de predação de sementes e plântulas daqueles indivíduos coespecíficos (BENITEZ-MALVIDO e KOSSMAN-FERRAZ, 1999), interferindo na distribuição espacial e temporal desses organismos, portanto, nas dimensões dos fragmentos florestais.

Desse modo, pode se admitir que a amplitude dos fragmentos florestais seja reflexo do comportamento estrutural e dimensional de cada população de espécies remanescentes que os compõe, ao mesmo tempo em que demonstram a forma de regeneração do passado e do presente dessas mesmas espécies (AGREN e ZACKRISSON, 1990).

Para Martins (1987) e Jaeger (2004), as características genéticas e demográficas que condicionam a estrutura populacional de cada espécie resultam da ação e das interações de mecanismos evolutivos e ecológicos que, segundo Clark (1994), fornecem informações relevantes sobre o comportamento regenerativo da espécie dentro da comunidade.

Vários estudos têm comprovado ao longo do tempo que a regeneração de uma dada espécie é a que mais fortemente sofre influências em função do histórico de uso de uma dada área, tendo em vista que a manipulação da comunidade de forma diferenciada afeta os recursos disponíveis para os indivíduos jovens que poderão se estabelecer no ambiente (MIZRAHI et al., 1997; PASCARELLA et al., 2000).

Portanto, para que uma população de espécie arbórea seja bem sucedida no seu processo de manutenção numa determinada comunidade florestal torna-se necessário que, na sua estratégia reprodutiva, ela produza elevada quantidade de indivíduos regenerantes, tendo em vista que muitos não atingirão a fase adulta, face à ação de vários processos interativos, sobretudo predação e competição, os quais são mais intensos em ambientes antropizados (SALLES e SCHIAVINI, 2007).

Swaine et al. (1987a) e Swaine et al. (1987b) salientam que na avaliação da dinâmica de uma população é imprescindível considerar a taxa de recrutamento de uma espécie, uma vez que esta é a expressão da fecundidade, do crescimento e da sobrevivência das plantas juvenis que constituem essa população.

Para Clark et al. (1999), o recrutamento de indivíduos pode exercer dois papéis cruciais na dinâmica florestal. O primeiro, de natureza intrínseca, está atrelado às populações que possuem recrutamento limitado face à baixa ou incerta produção de sementes ou estabelecimento de plântulas, podendo proporcionar a ausência ou raridade de indivíduos dentro da comunidade. O segundo papel, de natureza extrínseca, está relacionado com as qualidades dos microssítios e aos fatores capazes de interferir em maior ou menor grau no crescimento e na mortalidade desde o banco de sementes até os estágios de plântulas. Essas proposições permitem inferir que a maior ou menor probabilidade de uma espécie se manter na estrutura de uma comunidade vegetacional está diretamente associada ao seu potencial biótico e a resistência imposta pelo ambiente a manutenção dessa espécie. Dessa forma, Lewis et al. (2004) enfatizam que as estimativas de recrutamento e de mortalidade são descritores fundamentais das populações arbóreas em formações florestais.

Essa afirmação foi anteriormente constatada por Manokaran e Kochummen (1987) ao analisarem, durante trinta e quatro anos, o recrutamento, crescimento e mortalidade de espécies arbóreas em floresta de Dipterocarpaceae, na Malásia. Na ocasião, esses autores perceberam que nos primeiros dezesseis anos de avaliação, a taxa de mortalidade foi superior ao recrutamento, mas, gradativamente, essa disparidade foi equilibrada com o surgimento de novos indivíduos jovens, os quais possibilitaram aumento significativo da densidade populacional das espécies estudadas no final da avaliação.

É consenso entre os autores que a distribuição, recrutamento, crescimento inicial, sobrevivência e estabelecimento de plantas silvestres sofrem influências direta e indiretamente dos diversificados fatores bióticos e abióticos disponibilizados de forma heterogênea dentro do ambiente, gerando condições que favorecem a formação de agregados coespecíficos no interior da vegetação. Esses fatores por variar de lugar para lugar atuam diferentemente de espécie para espécie, na população de ano para ano e de estação para estação, portanto no espaço e no tempo, alterando, sobretudo, as taxas de mortalidade de indivíduos jovens, as quais

podem se originar por influências de ambientes extremos e estressantes, logo de natureza abiótica; ou ambientes amenos favoráveis à ação de fatores bióticos que induzam principalmente a competição e herbivoria (FENNER, 1987; LEVIN, 1992; COSTA, 2006; MANTUANO, 2008).

Molofsky e Fisher (1993) cometam que as características sucessionais das espécies também podem influenciar na mortalidade dos indivíduos nas primeiras fases de vida, pois definem dentre os fatores bióticos ou abióticos qual o mais efetivo no controle de densidade populacional dos indivíduos tenros. Nesse contexto, os autores argumentam que progênies de espécies não pioneiras ou tolerantes à sombra são mais vulneráveis aos fatores bióticos que abióticos, pois sua sobrevivência é comprometida mais por ação de predadores do que pela intensidade luminosa.

A maioria das populações de espécies vegetais das florestas tropicais tende a proporcionar uma distribuição de indivíduos cuja maior concentração se dá nas menores classes de tamanho, decrescendo gradativamente nas maiores (SOLBRIG, 1981). Esse comportamento de acordo com o autor possibilita a ocorrência de taxas mais elevadas de mortalidade nas categorias de indivíduos mais jovens; ocasionadas por patógenos ou herbívoros e pela competição entre as progênies ou entre indivíduos adultos e suas progênies (SWAINE et al., 1987b; HOWE, 1990).

Essa proposição foi confirmada em vários trabalhos realizados nas formações florestais brasileiras, entre os quais o de Antonini e Nunes-Freitas (2004), que encontraram para populações de *Miconia prasina* (Sw.) DC., situadas em duas áreas de Floresta Atlântica no Rio de Janeiro, maior concentração de indivíduos nas classes iniciais de altura com significativo decréscimo nas categorias de maior tamanho; o de Tonini et al. (2008), que detectaram em duas populações de *Bertholletia excelsa* O. Berg situadas em relevo plano e ondulado de Florestas Ombrófila Densa e Tropical Aberta, em Roraima; menor quantidade de indivíduos nas maiores classes diamétricas, bem como densidades mais elevadas nas classes intermediárias em ambas as populações; o de Almeida e Cortines (2008), que igualmente encontraram para uma população de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr., localizada na vertente Atlântica da Serra do Mar, maiores concentrações de indivíduos na menor classe de altura e de diâmetro à altura do colo; e o de Raupp et al. (2009), que, ao avaliarem a demografia de *Euterpe edulis* Mart., na encosta da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, registraram expressivo adensamento de

indivíduos da espécie na classe inicial de altura (plântulas) com decréscimo abrupto nas categorias de tamanho posteriores resultante da intensa ação de processos naturais (microrganismos, predação e fatores abióticos) tanto sobre indivíduos jovens quanto adultos.

Em todas essas populações, os autores confirmaram a tendência de distribuição agregada dos indivíduos, sobretudo daqueles contidos nas menores classes de tamanho e/ou de diâmetro. Esse comportamento, segundo Janzen (1970), caracteriza plantas cuja dispersão das unidades reprodutivas ocorre por autocoria e/ou zoocoria. Fato plenamente comprovado nas espécies *M. prasina*, *B. excelsa* e *E. edulis* e, em parte, na *P. gonoacantha*, cuja disseminação além de autocórica é anemocórica (ANTONINI e NUNES-FREITAS, 2004; CARVALHO, 2004; OLIVEIRA e DALY, 2001; REIS e KAGEYAMA, 2000).

A dinâmica de recrutamento verificada em indivíduos jovens de *A. discolor* nas parcelas distribuídas nos dois fragmentos estudados revelou idêntico comportamento ecológico apresentado pelos táxons acima, pois a constatação de maior densidade de indivíduos jovens na menor categoria de tamanho (I), com substancial decréscimo nas demais classes de altura (II e III), refletindo a forma estrutural da curva de sobrevivência côncava (*J*-invertido); permite inferir que ambas as populações apresentam potencial de regeneração constante, devido à alta produção de sementes das matrizes ocorrentes nos respectivos fragmentos, confirmando, portanto, a proposição de Hall e Bawa (1993) e Silva Matos et al. (1999).

Dislich e Mantovani (1998) asseguram que o potencial de regeneração de uma dada espécie consolidada pela presença de indivíduos jovens garante a manutenção da população, apesar da elevada taxa de mortalidade detectada nesses indivíduos até o seu estabelecimento.

Essa assertiva foi comprovada para as plantas jovens de *A. discolor* nos dois fragmentos analisados, pois revelaram redução de recrutamentos de indivíduos nas categorias II e III de todas as parcelas inventariadas. Apesar das maiores taxas de predação foliar terem ocorrido na Mata de Dois Irmãos, verificou-se que os danos produzidos pelos predadores nos indivíduos jovens desse fragmento foram parciais e ocasionados uniformemente nas três classes de altura, propiciando menor taxa de mortalidade; fato não constatado na Mata Privê Vermont, pois mesmo se registrando

menores taxas de predação foliar, detectou-se alto indício de mortalidade nas classes II e III das parcelas inventariadas nesse fragmento.

Essa expressiva taxa de mortalidade verificada nos intervalos de tamanho utilizados para quantificar indivíduos jovens de *A. discolor* na Mata Privê Vermont decorre das fortes e contínuas modificações no interior e nas bordas desse fragmento florestal, ocasionadas pela pressão antrópica da comunidade circunjacente. Essas alterações ambientais certamente geram ao longo do tempo condições ecológicas adversas provocadas pela somatória de fatores, tais como: predação de herbívoros, pisoteios decorrentes do maior fluxo de pessoas no interior da mata e mudanças microclimáticas mais freqüentes que desestabilizam a densidade populacional de plantas jovens de *A. discolor* neste fragmento.

Apesar desse alto comprometimento verificado na densidade de indivíduos jovens nas classes II e III das quatro parcelas localizadas na Mata Privê Vermont, a distribuição espacial, semelhantemente ao que acontece na Mata de Dois Irmãos, ainda se caracteriza pela disposição agregada, face à interferência imposta pela estrutura vertical da vegetação que, ao funcionar como uma barreira, impede que as sementes aladas da espécie sejam dispersas pela corrente de ar para pontos mais distanciados no interior da mata. Esse comportamento deve ser considerado como mais um mecanismo favorável ao agrupamento de indivíduos de espécies que produzem frutos e/ou sementes alados e que se estabelecem em áreas restritas das florestas tropicais; devendo ser, portanto, associada à hipótese defendida por Hutchings (1997), que considera o padrão de distribuição espacial agregado essencialmente produto da heterogeneidade ambiental, devido à presença de microhabitats favoráveis ao estabelecimento das espécies.

Semelhantemente ao verificado nos levantamentos de plântulas sob as dez árvores matrizes de *A. discolor*, constatou também profunda influência de predadores foliares em indivíduos jovens da espécie nas parcelas inventariadas na Mata de Dois Irmãos e na Mata Privê Vermont.

Do total de 350 indivíduos jovens computados no fragmento de Dois Irmãos, 317 (90,57%) apresentaram redução de área foliar decorrente da ação predatória de formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.), lagartas e outros minadores. Dentro deste fragmento, a parcela um foi a que apresentou menor taxa de predação (84,00%), enquanto a quatro revelou o maior percentual (93,53%) (Tabela 10 e Figura 13). Já com relação à Privê Vermont, das 446 plantas jovens,

277 (62,11%) exibiram lesões foliares semelhantes às registradas nos indivíduos jovens de Dois Irmãos, provocadas certamente pelos mesmos grupos de predadores - formigas saúvas ou cortadeiras (*A. sexdens sexdens*), lagartas e outros minadores. Neste fragmento, a menor incidência de predação registrou-se na parcela dois (51,85%) e a maior na parcela quatro (82,46%) (Tabela 10 e Figura 14). Esses resultados se parecem com os encontrados por Cersósimo (1993) para plântulas oriundas de seis espécies tropicais de floresta secundária ocorrente em São Paulo. Na ocasião, o autor constatou danos provocados por insetos coleópteros e lepidópteros em 65 a 95% das progênies de acordo com a espécie.

Tabela 10. Número total e percentual de plantas jovens não-predadas e predadas de *Aspidosperma discolor* A. DC. por parcela e no total de parcelas alocadas nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco, 2009

Procedências	Dois Irmãos					Privê Vermont				
	Plantas jovens					Plantas jovens				
	Não-predadas		Predadas		Total/Parcela	Não-predadas		Predadas		
Total	(%)	Total	(%)	Total		(%)	Total	(%)	Total/Parcela	
I	8	16,00	42	84,00	50 (100%)	120	42,25	164	57,75	284 (100%)
II	7	9,10	70	90,90	77 (100%)	26	48,15	28	51,85	54 (100%)
III	9	10,70	75	89,30	84 (100%)	13	25,49	38	74,51	51 (100%)
IV	9	6,47	130	93,53	139 (100%)	10	17,54	47	82,46	57 (100%)
<b>Total</b>	33	9,43	317	90,57	350 (100%)	169	37,89	277	62,11	446 (100%)

### 3.3.1. Análise dos Dados Abióticos das Parcelas

Na Tabela 11 encontram-se os valores médios observados para a luminosidade obtidos no período de realização dos levantamentos das plantas jovens nas parcelas alocadas nos dois fragmentos estudados.

Apesar dos dados não apresentarem diferenças estatísticas entre si pelo teste de Mann-Whitney, no nível de 5% de probabilidade, portanto não interferindo diretamente no padrão de distribuição espacial dos indivíduos jovens em ambos os fragmentos; percebeu-se que a incidência da luminosidade foi menor nas parcelas lançadas na Mata de Dois Irmãos. Essa tendência provavelmente tenha favorecido à ocorrência de um fluxo mais intenso de herbívoros especialistas e generalistas sobre indivíduos jovens de *A. discolor*, pois os danos detectados nas superfícies foliares dos mesmos foram visivelmente maiores do que os registrados nas plantas da Mata Privê Vermont.



Figura 13. Exemplos de plantas jovens computadas nas parcelas inventariadas na Mata de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco: indivíduos com folhas não predadas (A); atacadas por formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.) (B) provenientes de ninhos nas proximidades da parcela um (E); danificadas por lagarta (C - F) e outros minadores (D)

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

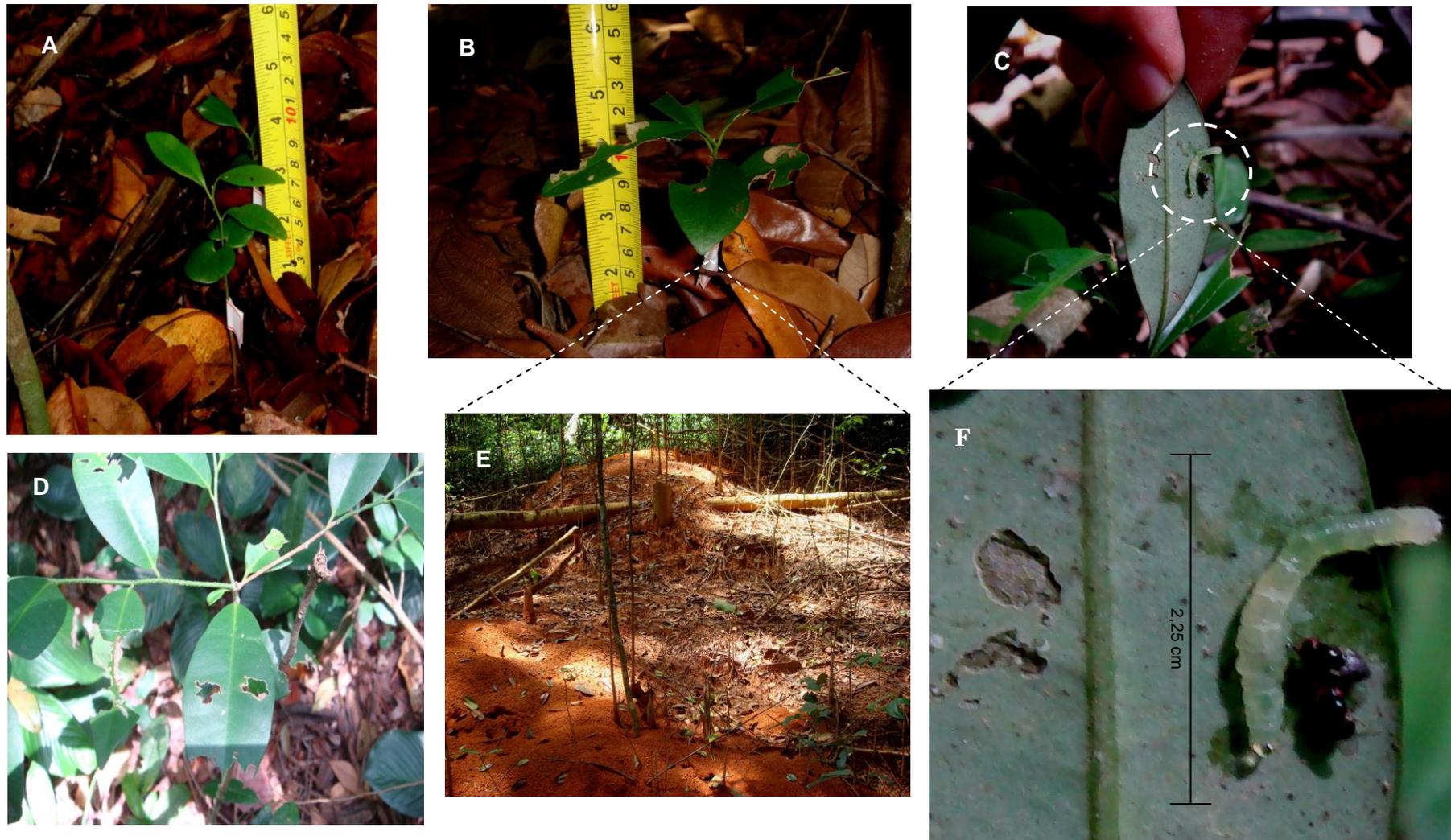


Figura 14. Exemplos de plantas jovens computadas nas parcelas inventariadas na Mata Privê Vermont, Camaragibe, Pernambuco: indivíduos com folhas não-predadas (A); atacadas por formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens* L.) (B) provenientes de ninhos nas proximidades das parcelas um e dois (E); por lagartas (C - F) e outros minadores (D)

Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

Tais evidências confirmam a hipótese de Cersósimo (1993), quando atribuiu ao maior sombreamento à criação de condições ambientais favoráveis para aumentar a viçosidade e o valor nutricional das folhas dos indivíduos jovens de seis espécies arbóreas tropicais, beneficiando não só a predação, mas minimizando a exposição dos herbívoros forrageadores a situações estressantes encontradas em áreas mais abertas; além de reduzir a probabilidade dos mesmos serem mais facilmente predados por inimigos naturais.

Tabela 11. Valores médios de luminosidade (lux) obtidos durante os levantamentos de plantas jovens nas parcelas alocadas nos fragmentos de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe - Pernambuco, no mês de outubro de 2009

Localidades Parcelas	Luminosidade (lux)	
	Dois Irmãos	Privê Vermont
I	1305,00 a	1390,00 a
II	1397,00 a	1440,00 a
III	1382,00 a	1400,00 a
IV	1284,00 a	1510,00 a
Total	5368,00	5740,00
Média	1342,00 a	1435,00 a

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas entre procedências não diferem significativamente entre si pelo teste de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade

As análises físicas das amostras compostas de solo coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade nas áreas de concentração de indivíduos jovens de *A. discolor*, para as duas procedências, mostraram que os solos se enquadram na classe textural argilo-arenosa (Tabela 12).

Tabela 12. Análise física das amostras compostas de solo coletadas nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), distribuídas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Composição granulométrica (%)			Classe textural
	Areia	Argila	Silte	
Dois Irmãos	55,40	38,60	6,00	Argila-Arenosa
Privê Vermont	48,04	40,60	11,36	Argila-Arenosa

Com relação às propriedades químicas (Tabela 13), constatou-se que esses solos apresentaram valores de pH baixos (4,07 e 4,32), elevados teores de alumínio trocável (2,65 e 1,35 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), acidez potencial alta (9,65 e 7,75 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), reduzidos valores das bases trocáveis cálcio (0,45 e 0,30 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), magnésio (0,30 e 0,55 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>) e potássio (0,07 e 0,14 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>); disponibilidade baixa de

fósforo (6,00 e 4,00 mg.dm<sup>-3</sup>) e bom teores de carbono orgânico (34,82 e 21,14g.Kg<sup>-1</sup>)

Apesar dos solos das duas procedências serem bastante ácidos, por conseguinte, de baixa fertilidade, foi observada maior alocação de matéria orgânica nas parcelas avaliadas da Mata de Dois Irmãos (60,03 g.kg<sup>-3</sup>) em relação às de Privê Vermont (36,45 g.kg<sup>-1</sup>). Essa deposição mais acentuada de resíduos orgânicos resulta da maior densidade de copas dos indivíduos arbóreos formadores do dossel relativamente contínuo no fragmento florestal de Dois Irmãos que, além de contribuir na formação e incremento da serrapilheira, responsável pela disponibilização de nutrientes em fragmento florestal tropical (ESPIG et al., 2008); cria condições de sombreamento favoráveis no interior da vegetação para a proliferação de herbívoros forrageadores especialistas e generalistas cuja ação predatória acentuada gera danos mais expressivos nos indivíduos jovens da espécie estudada.

Tabela 13. Análise química das amostras compostas de solo coletadas nas parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), distribuídas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Características	Localidades	
	Dois Irmãos	Privê Vermont
pH (em água)	4,07	4,32
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,65	1,35
H + Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	9,65	7,75
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,45	0,30
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,30	0,55
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,07	0,14
Na (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,14	0,11
Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,75	0,85
SB (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,96	1,10
P (mg.dm <sup>-3</sup> )	6,00	4,00
MO (g.kg <sup>-1</sup> )	60,03	36,45
CO (g.kg <sup>-1</sup> )	34,82	21,14

H<sup>+</sup> + Al – acidez potencial; SB – Soma de bases (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> + Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>)

#### 3.4. Análise do Padrão Espacial dos Indivíduos Adultos de *A. discolor* nos Fragmentos Selecionados

Os resultados dos levantamentos referentes aos indivíduos adultos de *A. discolor*, processados nas duas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m) instaladas nas matas de Dois Irmãos e Privê Vermont, foram distribuídos em classes de DAP adotadas para as unidades amostrais dos fragmentos avaliados (Tabela 14).

Tabela 14. Classes diamétricas dos indivíduos adultos determinadas para cada parcela de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), distribuída nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	Classes de DAP
Dois Irmãos	1	I – indivíduos com DAP entre 19,10 cm a 31,00 cm
		II – indivíduos com DAP entre 31,00 cm a 66,70 cm
		III – indivíduos com DAP entre 66,70 cm a 90,50 cm
Privê Vermont	1	I – indivíduos com DAP entre 18,78 cm a 32,87 cm
		II – indivíduos com DAP entre 32,87 cm a 61,05 cm
		III – indivíduos com DAP entre 61,05 cm a 89,23 cm

Encontram-se expostos na Tabela 15 os valores totais de indivíduos adultos contabilizados nas três classes diamétricas usadas nas parcelas de cada localidade estudada. Constatou-se para a parcela de Dois Irmãos um total de 28 árvores adultas (56.ha<sup>-1</sup>), distribuídas em função do DAP da seguinte forma: 4 na classe I; 13 na classe II; e 11 na classe III. Já na parcela alocada em Privê Vermont computou-se 16 árvores adultas (32.ha<sup>-1</sup>), cuja distribuição diamétrica foi: 2 na classe I; 7 na classe II; e 7 na classe III. Percebeu-se menor quantidade de indivíduos na primeira classe em ambas as parcelas, as quais apresentaram frequências e densidades relativas de 16,00% e 14,29%, para a unidade amostral de Dois Irmãos; e 12,50% , nas duas variáveis determinadas, para a unidade amostral de Privê Vermont. Com relação às classes II e III, verificaram-se densidades relativas de 46,43% e 39,29%, na parcela de Dois Irmãos; e 43,75% , na parcela de Privê Vermont.

Tabela 15. Distribuição de árvores adultas de *Aspidosperma discolor* A. DC. por classe diamétrica nas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	Classe diamétrica	Número de indivíduos	Frequência		Densidade relativa (%)
				Absoluta (%)	Relativa (%)	
Dois Irmãos	1	I	4	8,00	16,00	14,29
		II	13	20,00	40,00	46,42
		III	11	22,00	44,00	39,29
	Total	28	50,00	100,00	100,00	
Privê Vermont	1	I	2	4,00	12,50	12,50
		II	7	14,00	43,75	43,75
		III	7	14,00	43,75	43,75
	Total	16	32,00	100,00	100,00	

Silva Júnior e Silva (1988) afirmam que as estruturas diamétricas e de alturas permitem inferir sobre o comportamento ecológico de indivíduos vegetais tanto no nível específico quanto comunitário. Como exemplo típico pode-se considerar a distribuição das classes diamétricas em florestas naturais inequiâneas secundárias, a qual segue o padrão de uma curva na forma de *J*-invertido (FERREIRA et al., 1998). Esse fato decorre do decréscimo acentuado no número de indivíduos, no sentido das menores para as maiores classes, revelando a existência de uma reserva de indivíduos jovens que sucederão os senis ou em decrepitude.

De acordo com a Tabela 15 e os histogramas (Figura 15), a distribuição das classes diamétricas mostra que os maiores números de indivíduos adultos se concentram nas categorias intermediária (II) e superior (III), tanto em Dois Irmãos quanto em Privê Vermont, revelando a ocorrência de uma curva irregular não compatível com a forma de *J*-invertido. Esse comportamento é típico de populações que apresentam reduzida quantidade, ou ausência, de indivíduos na classe diamétrica inferior resultante de déficit na estrutura populacional dos estádios ontogenéticos das plântulas e, principalmente, dos espécimes jovens.

Segundo Oliveira-Filho et al. (1994), a distribuição diamétrica irregular pode refletir os distúrbios de origem antrópica e/ou natural, sobretudo os relacionados com a exploração madeireira, atividades agropecuárias, doenças, ataques de insetos e fogo que, historicamente, infringiram as comunidades vegetacionais nativas. Para Silva et al. (2004), um dos fatores que credencia a continuidade de uma espécie dentro da comunidade natural é a distribuição regular do número de indivíduos por classe diamétrica, garantindo teoricamente sua estabilidade futura e a ocorrência de árvores reprodutivas.

No caso específico das áreas estudadas, os históricos de distúrbios revelam que o desmatamento, principalmente para a expansão imobiliária e instalação de projetos empresariais (WEBER e REZENDE, 1998), é a causa primária da irregularidade na distribuição espacial e estrutural da biota desses fragmentos. Essa atividade ao longo do tempo vem desestabilizando o equilíbrio ecológico em ambas as áreas na medida em que estimula de forma desordenada a predação por herbívoros especialistas e generalistas e a infestação de insetos xilófagos, em especial cupins arbóreos, sobre determinadas espécies desses fragmentos remanescentes.

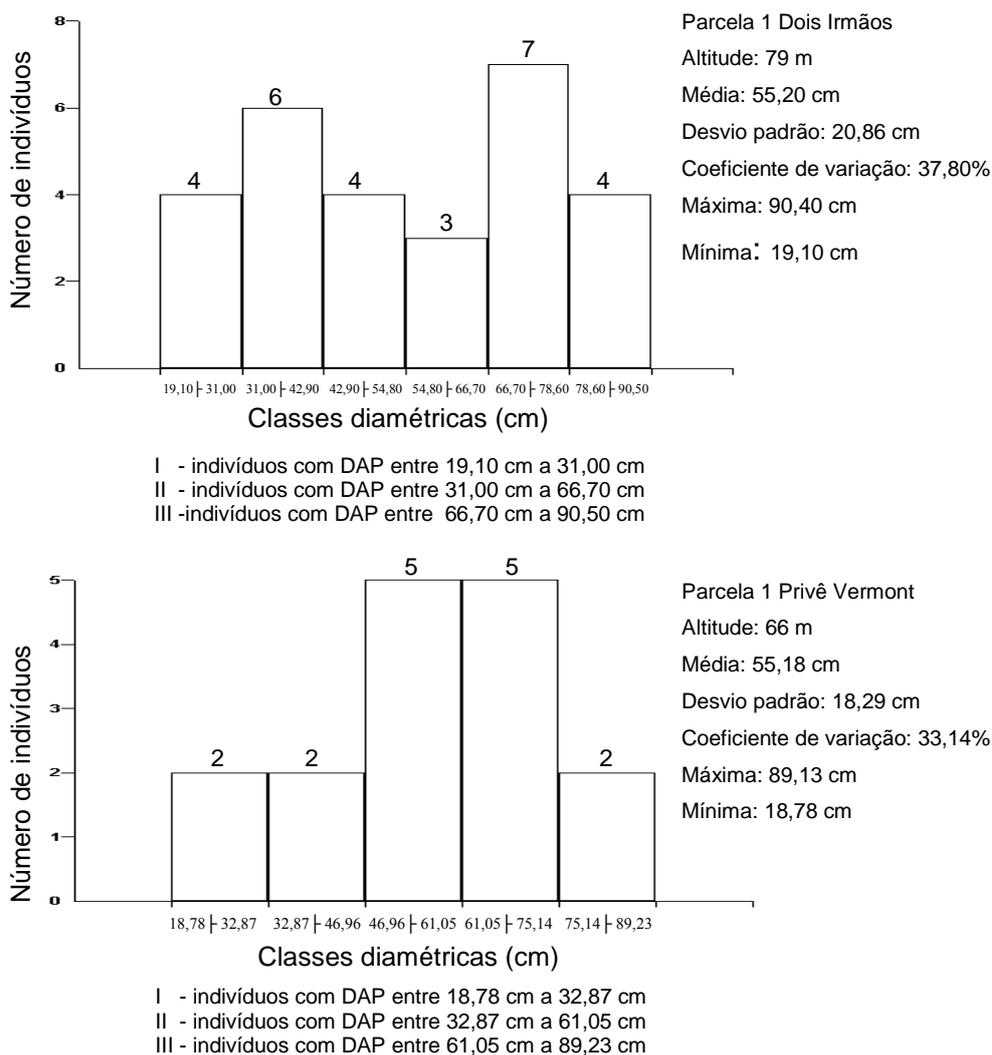


Figura15. Histogramas da distribuição do número de indivíduos adultos por classe diamétrica de *Aspidosperma discolor* A. DC. referentes as parcelas de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m) alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e de Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

A ação conjunta e predatória desses organismos fitófagos sobre a regeneração de *A. discolor*, apesar da espécie apresentar considerável produção anual de frutos e sementes, além de elevar de forma contundente a taxa de mortalidade do plantel jovem, reduzindo substancialmente a densidade populacional nas classes diamétricas superiores; causa profundos danos nos indivíduos adultos, inclusive levando-os à morte quando encontram-se infestados por cupins arbóreos, conforme detectado no fragmento de Dois Irmãos.

Dentro desse contexto, observou-se na Mata de Dois Irmãos que do total de vinte e oito árvores adultas, oito (28,57%) apresentaram infestação por cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp), enquanto na Mata Privê Vermont, das dezesseis

árvores computadas, três (18,75%) mostraram-se infestadas por esses térmitas (Figura 16).



Figura 16. Árvores adultas de *Aspidosperma discolor* A. DC. infestadas por cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp) nas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> ( 50 m x 100 m) alocadas na Mata de Dois Irmãos, Recife (A e B), inclusive com exemplar tombado devido à ação da praga neste fragmento (C e D); e na Mata Privê Vermont, Camaragibe (E e F) - Pernambuco  
Fotos: Tarcísio Viana de Lima, 2009

Esses percentuais de árvores adultas infestadas por cupins arbóreos nas duas populações avaliadas tornam-se agravantes tendo em vista que os estádios ontogenéticos de plântulas e de indivíduos jovens também encontram-se sob forte influência da ação predatória, o que interfere substancialmente no ingresso e reposição de indivíduos nas classes diamétricas superiores.

Embora não façam menção a ataques de térmitas, Silva et al. (2004), estudando quatro espécies de *Aspidosperma sp*, na Reserva Genética Florestal Tamanduá no Distrito Federal, detectaram elevada susceptibilidade dos frutos e das sementes à predação por insetos; inclusive ressaltam que entre as espécies, *A. discolor* é a mais ameaçada tendo em vista que, além de serem efetivamente predadas, se localizam em áreas inclinadas, onde o solo é pobre e com baixo teor de matéria orgânica, dificultando sensivelmente o estabelecimento das plântulas dessa espécie na área da reserva.

A distribuição espacial dos indivíduos adultos de *A. discolor* por subparcela é visualizada nos histogramas e nos mapas elaborados para as duas unidades amostrais alocadas nos fragmentos estudados (Figuras 17 e 18).

Observou-se que essas árvores apresentaram uma distribuição espacial irregular cuja variação foi de zero indivíduo, em trinta e três subparcelas (66,00%), até três espécimes registrados nas subparcelas três e dezesseis, para a unidade amostral de Dois Irmãos. Já na parcela de Privê Vermont, foram detectadas trinta e seis subunidades amostrais com ausência de indivíduos adultos (72,00%), e o máximo dois espécimes na subparcela seis.

As distribuições espaciais irregulares de indivíduos adultos são consideradas normais para as espécies arbóreas tropicais, independente das ações antrópicas, pois durante o seu ciclo de vida, esses táxons são submetidos às pressões naturais exercidas de forma contínua pelos agentes bióticos e abióticos que, segundo Hutchings (1997), alteram as estruturas das populações afetando o arranjo espacial e a constituição etária de seus componentes.

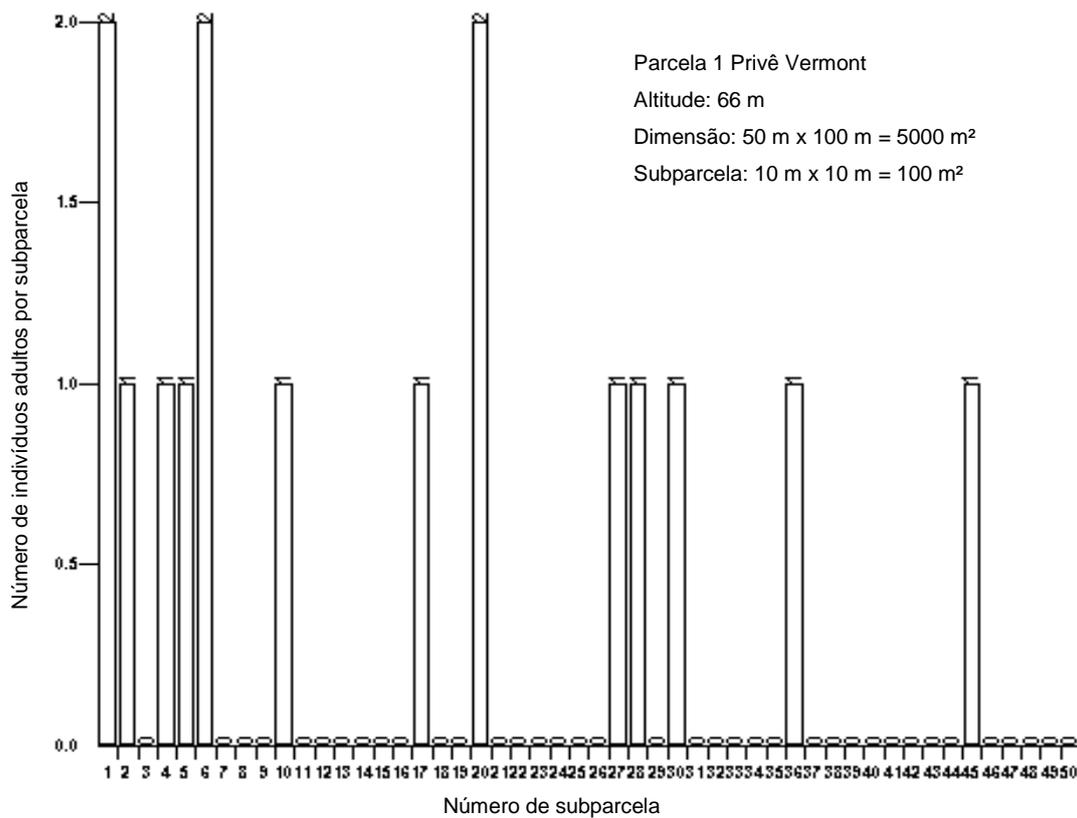
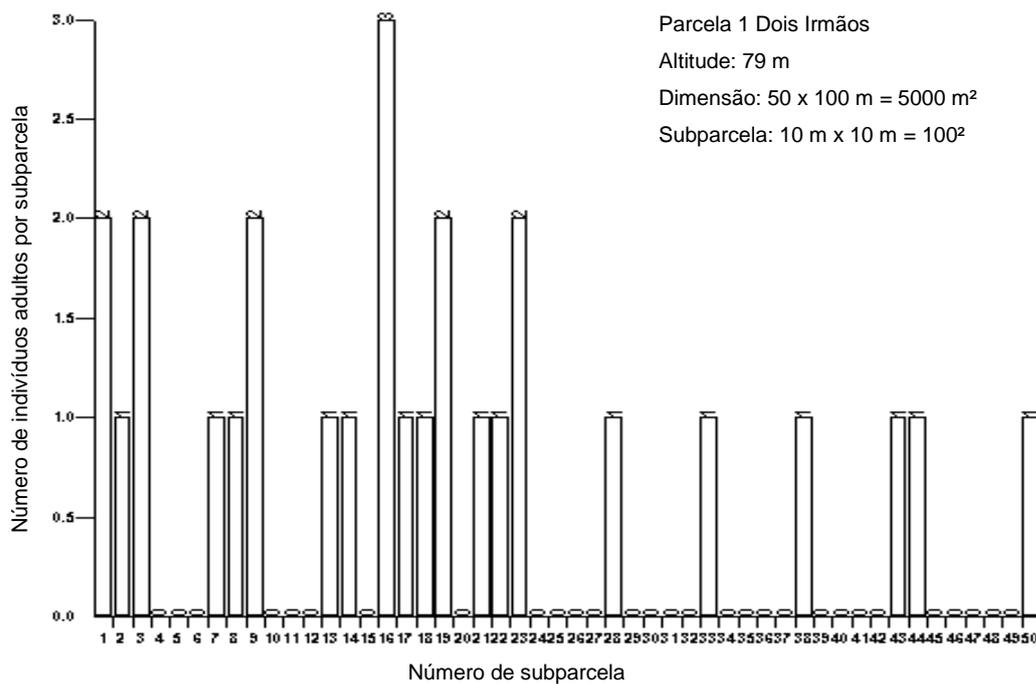


Figura 17. Histogramas da distribuição do número de indivíduos adultos de *Aspidosperma discolor* A. DC. por subparcela nas unidades amostrais alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

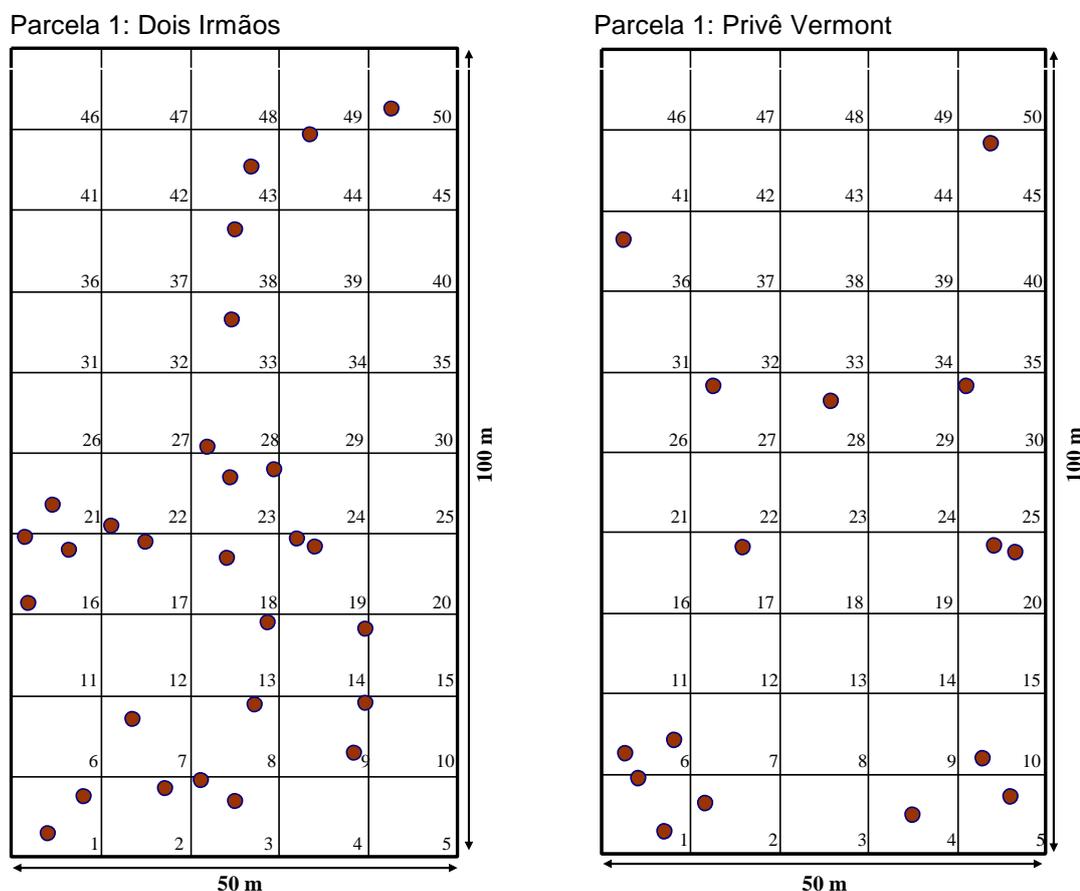


Figura 18. Distribuição espacial dos indivíduos adultos de *Aspidosperma discolor* A. DC. nas parcelas com dimensão de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m) localizadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Escala 1:855

A aplicação do Índice de Dispersão de Morisita ( $I_d$ ) nas duas parcelas estudadas revelou que as árvores adultas de ambas as localidades apresentaram padrão de distribuição diferenciado (Tabela 16). Constatou-se para o fragmento de Dois Irmãos que os indivíduos apresentaram distribuição agregada ( $I_d = 1,72$ ) confirmada pelo teste Qui-quadrado, cujo valor foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. Já na Mata Privê Vermont, observou-se que as árvores adultas se caracterizaram por apresentar um padrão de distribuição uniforme ( $I_d = 0,41$ ) ratificado pelo valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado.

Tabela 16. Tipo de distribuição espacial de indivíduos adultos de *Aspidosperma discolor* A. DC. encontrado nas parcelas de 5000 m<sup>2</sup> (50 m x 100 m), alocadas nos fragmentos florestais de Dois Irmãos, Recife, e Privê Vermont, Camaragibe – Pernambuco, 2009

Localidade	Parcela	I <sub>d</sub>	$\chi^2$	Tipo de distribuição
Dois Irmãos	1	1,72	68,43*	Agregado
Privê Vermont	1	0,41	40,25 <sup>ns</sup>	Uniforme

\* Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

Trabalhos desenvolvidos com espécies arbóreas tropicais têm demonstrado uma predominância do padrão de distribuição agregada (CONDIT et al., 1992; TEIXEIRA e ASSIS, 2007). Carvalho (1992), por exemplo, ao estudar cento e quatro espécies arbóreas na floresta Tropical Amazônica; verificou que 47% desses táxons apresentaram esse tipo de distribuição, mesmo ocorrendo com baixas densidades, entre um e sete indivíduos por hectare, como *Bertholletia excelsa* O. Berg, *Lecythis lúrida* (Miers) S. A. Mori e *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. Esse autor acrescenta que do total das espécies estudadas, 38% enquadraram-se como abundantes, com mais de sete árvores por hectare, como *Carapa guianensis* Aubl. e *Couratari oblongifolia* Ducke et Knuth.; e 15% foram consideradas espécies raras, portanto com distribuição aleatória, pois apresentaram média inferior a um indivíduo por hectare, tais como: *Aniba guianensis* Aubl. e *Caraipa grandiflora* Mart.

Monteiro e Fisch (2005), avaliando a distribuição espacial de *Bactris setosa* Mart. e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) na encosta da Mata Atlântica em Ubatuba, São Paulo, detectaram que essas espécies apresentam disposição agregada em diferentes gradientes altitudinais até 850 m, e atribuíram a esse comportamento as características ambientais peculiares favoráveis ao desenvolvimento das mesmas.

Já Figueira (1998) constatou em *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth, na Serra do Cipó, Minas Gerais que, apesar dos indivíduos jovens apresentarem maior nível de agregação, esse comportamento é mantido, embora com menor densidade, até as árvores adultas. Para Janzel (1970), Will et al. (1997) e Hutchings (1997), essa tendência é justificada pela elevada taxa de mortalidade de plantas nos estágios de regeneração decorrente de uma forte dependência da densidade populacional desses indivíduos nas proximidades dos adultos coespecíficos que, ao proporcionar elevada competição intraespecífica ou favorecer a maior concentração de herbívoros, devido à oferta de alimentos; condiciona a formação de agrupamentos de baixa densidade de adultos remanescentes.

Hutchings (1997) ainda cometa que, em geral, o aumento do padrão de agregação das plantas de uma dada espécie muitas vezes está atrelado às condições abióticas favoráveis que a mantêm na constituição estrutural da comunidade, enquanto aquelas sob influências de condições ambientais desfavoráveis tendem a ser eliminadas da biocenose.

De acordo com Hubbell (1980) a manutenção do padrão agregado em todas as classes de tamanho, seja em altura ou em diâmetro, ocorre em espécies situadas em locais denominados de pontos de origem que apresentam elevadas densidades populacionais de indivíduos coespecíficos intercalados por áreas com menores adensamentos desses organismos. Para muitos autores, esses pontos de acúmulo de indivíduos do mesmo táxon, geradores do padrão agrupado ou reboleiras em maior ou menor densidade, até no interior de pequenos fragmentos; podem resultar do grau de influências de fatores conjugados ou isolados, tais como: heterogeneidade ambiental, dispersão, interações intra e interespecíficas, sobretudo a competição e predação; crescimento, reprodução, decrepitude e mortalidade (JANZEN, 1970; AIBA et al., 2004; STOLL e BERGIUS, 2005; RODRIGUES et al., 2007).

Dentro desse contexto, observou-se em *A. discolor* que seus pontos de origem decorrem da interferência exercida pela estrutura da vegetação sobre a dispersão das sementes dessa espécie, pois mesmo aladas não conseguem alcançar distâncias mais longínquas face à baixa circulação dos ventos no interior da vegetação, principalmente no fragmento de Dois Irmãos, devido a maior consistência estrutural do seu dossel e do sub-bosque em comparação a de Privê Vermont. Esse comportamento possibilita ao longo do tempo que os indivíduos adultos remanescentes da espécie formem estruturas agregadas em função dos pontos de origem, mesmo com taxa de mortalidade mais concentrada nos estádios ontogenéticos anteriores.

Embora se esperasse uma distribuição espacial também agregada para as árvores adultas na Mata Privê Vermont, devido à similaridade ambiental com o fragmento de Dois Irmãos; constatou-se para esses indivíduos uma distribuição uniforme que, certamente, é resultado das atividades antrópicas, exercidas de forma contínua, devastadora e de maior contundência em comparação à Mata de Dois Irmãos; somadas as pressões naturais decorrentes do processo de predação por

herbívoros verificados nos estádios ontogenéticos anteriores, refletindo sistematicamente nos indivíduos adultos remanescentes daquele fragmento.

Independentemente das forças naturais e antrópicas que induzem o processo dinâmico da distribuição espacial irregular detectada para os indivíduos adultos nos dois fragmentos estudados, a capacidade e a performance verificadas nessas árvores remanescentes no sentido de produzir e disseminar quantidades expressivas de sementes, favorecendo a regeneração natural; permitem inferir que ambas as populações ainda demonstram seu caráter autorregenerante.

#### 4. CONCLUSÕES

O comportamento dinâmico dos estádios ontogenéticos de *Aspidosperma discolor* permite deduzir que a distribuição espacial agregada das plântulas sob as copas de árvores matrizes dessa espécie é consequência direta da redução da velocidade dos ventos no interior dos fragmentos florestais onde esse táxon se insere, provocada pela combinação estrutural e arquitetônica dos seus respectivos dosséis.

Essa disposição agregada de plântulas sob as copas das árvores matrizes é o principal motivo estimulador da elevada taxa de mortalidade provocada por insetos herbívoros no interior dos fragmentos florestais estudados.

O padrão de distribuição espacial agregado verificado em plantas jovens é consequência da predisposição agregada das plântulas nos fragmentos estudados.

As populações de plantas jovens apresentaram curvas de distribuição de classe de tamanho do tipo 'J' invertido, o que denota uma hierarquização caracterizada pelo maior número de indivíduos na menor classe de tamanho, configurando para a espécie potencial de reposição de espécimes nas classes de tamanho posteriores dentro das populações e das comunidades estudadas.

A forte pressão exercida por herbívoros, sobretudo, formigas saúvas ou cortadeiras (*Atta sexdens sexdens*), lagartas e outros minadores, associada à ação antrópica nos fragmentos florestais, certamente compromete a reposição de indivíduos nas categorias superiores de tamanho.

O comportamento ecológico dos indivíduos adultos, ao contrário do verificado para as classes de tamanho das plantas jovens, revelou uma distribuição diamétrica irregular, com maiores concentrações de espécimes nas categorias de diâmetro intermediária e superior. Essa irregularidade é fruto da combinação efetiva da herbivoria existente nos estádios de regeneração da espécie com a incessante pressão antrópica verificada nas áreas de ocorrência desse táxon.

Os indivíduos adultos de *A. discolor* são profundamente infestados por cupins arbóreos (*Nasutitermes sp*), sendo evidenciado maiores incidências na Mata de Dois Irmãos em comparação à Mata Privê Vermont.

Os espécimes adultos ocorrentes na Mata de Dois Irmãos apresentam padrão de distribuição espacial agregado, consolidando a tendência encontrada para indivíduos de várias espécies arbóreas das florestas tropicais. Para Privê Vermont,

os indivíduos adultos apresentam distribuição uniforme. Comportamento atribuído às intensas e contínuas atividades antrópicas associadas às pressões naturais da predação.

Embora sejam fortemente influenciados pelas ações antrópicas e pelos insetos predadores, os indivíduos adultos de *A. discolor* são efetivos produtores de sementes nas populações estudadas, o que garante a sua autorregeneração nas duas comunidades de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas situadas na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco.

## 5. REFERÊNCIAS

- AGREN, J.; ZACKRISSON, O. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, n. 4, p. 1049 – 1062, 1990.
- AIBA, S. I.; KANEHIRO, K.; TAKYU, M. Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a tropical montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 174, n. 1, p. 147 – 161, 2004.
- ALMEIDA, F. S.; CORTINES, E. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 18 – 23, 2008.
- ANTONINI, R. D.; NUNES-FREITAS, A. F. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* D. C. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 671 – 676, 2004.
- AUGSPURGER, C. K. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light gaps and pathogens. **Ecology**, Durham, v. 65, p. 1705 – 1712, 1984.
- AUGSPURGER, C. K.; WILKINSON, H. T. Host specificity of pathogenic *Pythium* species: implications for tree species diversity. **Biotropica**, Lawrence, v. 39, n. 6, p. 702 – 708, 2007.
- AYRES, M. et al. **BioEstat 4.0**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. 4 ed. Belém: IOEPA, 2005. 324 p.
- BENITEZ-MALVIDO, J.; KOSSMAN-FERRAZ, I. D. Litter cover variability affects seedling performance and herbivory. **Biotropica**, Lawrence, v. 31, n. 4, p. 598 – 606, 1999.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 21, n. 113, p. 73 – 85, 1974.
- CARVALHO, J. C. T. **Fitoterápicos anti-inflamatórios**: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas. Ribeirão Preto, São Paulo: Tecmedd. 2004. 482 p.
- CARVALHO, J. O. P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**. 1992. 215f. Thesis (D. Phil.) – University of Oxford. Oxford.
- CARVALHO, P. E. R. **Pau – jacaré – *Piptadenia gonoacantha***: taxonomia e nomenclatura. Colombo – PR, Circular Técnica 91. 2004. 12 p.
- CERSÓSIMO, L. F. **Variações espaciais e temporais no estabelecimento de plântulas de floresta secundária em São Paulo**. 1993. 195f. Dissertação

((Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. São Paulo.

CETNARSKI FILHO, R. **Regeneração natural de *Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer (canela – sassafrás) em uma floresta ombrófila mista, no Estado do Paraná. Curitiba.** 2003. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

CINTRA, R. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, n. 5, p. 641 – 658, 1997.

CLARK, D. A. Plant demography. In: McDADE, L. A. et al. La selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest. **The University of Chicago Press**, Chicago. 1994. p. 90 -105.

CLARK, J. S. et al. Interpreting recruitment limitation in forests. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 86, n. 1, p. 1 – 16, 1999.

CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **The American Naturalist**, Chicago, v. 124, n. 6, p. 769 – 788, 1984.

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Short-term dynamics of a neotropical forest: change within limits. **Bioscience**, Reston, v. 42, n. 11, p. 822 – 828, 1992.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees In : den BOER, P. J.; GRADWELL, G. R. **Dynamics of populations**: proceedings of the advanced study institute on dynamics of numbers in populations. Wageningen, Netherlands: Center for Agricultural Publishing and Documentation. 1971. p. 298 – 313.

COSTA, S. C. C. **Dinâmica populacional de *Protium pallidum* Cuatrec. (Breu branco) em uma floresta tropical de terra-firme explorada seletivamente no Estado do Pará. Brasil.** 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – Pará.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia.** 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 519 p.

DEMARCO, D.; KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 133 – 144, 2006.

DISLICH, R.; MANTOVANI, W. A flora de epífitas da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim Botânico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 61 – 84, 1998.

EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.

ESPIG, S. A. et al. Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 132 – 137, 2008.

FACELLI, J. M. Multiple indirect effects of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. **Ecology**, Durham, v. 75, n. 6, p. 1727 – 1735, 1994.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. 4 ed. Oxford: Pergamon Press. 1990. 600 p.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487 – 515, 2003.

FARRELL, B. D.; DUSSOURD, D. E.; MITTER, C. Escalation of plant defense: do latex and resin canals spur plant diversification? **The American Naturalist**, Chicago, v. 138, n. 4, . p. 881 – 900, 1991.

FENNER, M. Seedlings. **The New Phytologist**, Cambridge, v.106 (Supplement), p. 35 – 47, 1987.

FERREIRA, R. L. C.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Dinâmica da estrutura de uma floresta secundária de transição. II – Distribuição diamétrica. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 22, n. 3, p. 331 – 344, 1998.

FIGUEIRA, J. E. C. **Dinâmica de populações de *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó, MG**. 1998. 112f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

FINOL, U. H. Nuevos parâmetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v. 14, n. 21, p. 29 – 42, 1971.

FLECKLETON, R. P.; LEWIS, O. T. Pathogens, density dependence and the coexistence of tropical trees. **The Royal Society**, London, v. 273, n. 1604, p. 2909 – 2916, 2006.

FLECKLETON, R. P. et al. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 40, n. 5, p. 846 – 858, 2003.

FOX, B. J. et al. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. **Biological Conservation**, Essex, v. 82, n. 1, p. 1 – 13, 1997.

FRIEDMAN, J.; ORSHAN, G. The distribution, emergence and survival of seedlings of *Artemisia herba-alba* asso in the Negev Desert of Israel in relation to distance from the adult plants. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 63, n. 2, p.627 – 632, 1975.

GALVÃO, F. **Métodos de levantamento fitossociológico**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. 18 p.

GUARIGUATA, M. R.; PINARD, M. A. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: implications for natural forest management. **Forest Ecology and Management**, London, v. 112, n. 1-2, p.87 – 99, 1998.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic Botany**, New York, v. 47, n. 3, p. 234 – 247, 1993.

HOWE, H. F. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, n. 3, p. 259 – 280, 1990.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13, p. 201 – 228, 1982.

HUBBELL, S. P. Seed predations and the coexistence of tree species in tropical forests. **Oikos**, Stoclm, v. 35, n. 2, p. 214 – 229, 1980.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. **Plant ecology**, Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1997. p. 325 – 358.

JAEGER, P. **Caracterização genética e demográfica de populações de *Xylopia emarginata* Mart. (Annonaceae)**. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalists**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501 – 527. 1970.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp. 2000. p. 249 – 269.

LAMBERS, J. H.R.; CLARK, J. S.; BECKAGE, B. Density-dependent mortality and the latitudinal gradient in species diversity. **Nature**, London, v. 417, p. 732 – 735, 2002.

LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Great Britain, v. 57, n. 2, p. 205 – 219, 1991.

LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 605 – 618, 2002.

LEITE, A. M. C.; RANKIN, J. M. Ecologia de sementes de *Pithecolobium racemosum* Ducke.1. **Acta Amazônica**, Manaus - AM, v. 11, n. 2, p. 19 – 34, 1981.

LEVIN, S. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, Durham, v. 73, n. 6, p. 1943 – 1967, 1992.

LEWIS, S. L. et al. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, n. 6, p. 929 – 944, 2004.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sul do Brasil**. Curitiba, 1980. 198f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. 1992. 352p.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K. M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p.315 – 330, 1987.

MANTUANO, D. G. **Crescimento clonal em *Neoregelia cruenta* na restinga de Jurubatiba**: estrutura populacional, plasticidade morfo-anatômica e integração fisiológica. 2008. 104f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro.

MARTINS NETTO, D. A. **Aspectos demográficos de quatro espécies florestais na mata de galeria da Reserva Genética do Tamanduá – DF**. 1992. 96f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

MARTINS, P. S. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação “in situ”. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, São Paulo, n. 35, p. 71 – 78, 1987.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854 – 859, 1996.

MIZRAHI, A.; PRADO, J. M. R.; JIMENEZ-OSORNIO, J. Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned plantations of Yucatan, Mexico. **Forest Ecology and Management**, London, v. 96, n. 3, p. 273 – 282, 1997.

MOLOFSKY, J; FISHER, B. L. Habitat and predation effects on seedling survival and growth in shade-tolerant tropical trees. **Ecology**, Durham, v. 74, n. 1, p. 261 – 265, 1993.

MONIZ-BRITO, K. L.; OSUNA, J. T. A. Influência dos tratamentos físicos e químicos na germinação de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 20, n. 1, p. 16 – 21, 2008.

MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). **Biota Neotropica**, Campinas, v.5, n. 2, p. 1 – 7, 2005. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br> Acesso em: 27/out/2010.

MOREIRA, A. G. **Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers (Icacinaceae) em um cerradão distrófico no Distrito Federal.** 1987. 88f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

MORI, S. A. A família da castanha-do-Pará: símbolo do Rio Negro. In: OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. **Florestas do Rio Negro.** São Paulo: Companhia das Letras/Unip. 2001. p. 119 – 142.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology.** New York. John Wiley and Sons. 1974. 547p.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 17, p. 67 – 88, 1986.

NOTMAN, E.; GORCHOV, D. L. Variation in post-dispersal seed predation in mature Peruvian lowland forest and fallow agricultural site. **Biotropica**, Lawrence, v. 33, n. 4, p. 621 – 636, 2001.

OLIVEIRA, A. A.; DALY, D. C. **Florestas do Rio Negro.** São Paulo: Editora Científica, Companhia das Letras e The New York Botanical Garden. 2001. 344 p.

OLIVEIRA, A. K. et al. Alelopatia em extratos de frutos de joazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Ramnaceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 1186 – 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 167 – 182, 1994.

OSUNKOYA, O. O. et al. Factors affecting survival of trees seedlings in North Queensland rainforests. **Oecologia**, Berlin, v. 91, n. 4, p. 569 – 578, 1992.

PANNUTI, M. I. R. **Aspectos da distribuição espacial, associação com hábitat e herbivoria dependente da densidade de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae) em restinga alta na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP, Brasil.** 2009. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

PASCARELLA, J. B. et al. Land-use history and forest regeneration in the Cayey Mountains, Puerto Rico. **Ecosystems**, New York, v. 3, n. 3, p. 217 – 228, 2000.

PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, London, v. 27, n. 2, p. 261 – 273, 2000.

PINAZO, M. et al. Patrón espacial de la regeneración de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. en un bosque sometido a aprovechamiento selectivo en el Norte de la Provincia de Misiones. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 237 – 245, 2009.

RAUPP, S. V.; BRACK, P.; LEITE, S. L. C. Aspectos demográficos de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) em uma área da Floresta Atlântica de Encosta, em Maquiné, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 57 – 61, 2009.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). **Sellowia**, Itajaí, v. 49 – 52, p. 60 – 92, 2000.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5 e. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2003. 542 p.

RODRIGUES, P. M. S. et al. Efeito da luz e da procedência na germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 264 – 266, 2007.

ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais**. Belém: Sudan, 1978. 22 p.

SALLES, J. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 223 – 233, 2007.

SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathy interactions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 876 – 885, 1996.

SERRAT, B. M. et al. **Amostragem do solo pergunta e resposta**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias/Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 2002. 17 p.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, A. F. Distribuição dos diâmetros dos troncos das espécies mais importantes do cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba (Eflex) – MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 2, n. 1 – 2, p. 107 – 126, 1988.

SILVA MATOS, D. M.; FRECKLETON, R. P.; WATKINSON, A. R. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. **Ecology**, Durham, v. 80, n. 8, p. 2635 – 2650, 1999.

SILVA, J. A. et al. Padrão de distribuição espacial e diamétrica de indivíduos de *Aspidosperma spp* na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. **Comunicado Técnico**. Brasília: DF. Dezembro, 2004. 21 p.

SILVA, J. A.; SALOMÃO, A. N.; REZENDE, J. M. Espécies arbóreas de importância econômica. v.5. In: SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. A. **Reserva Genética Florestal Tamanduá**. Brasília- DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006 a. p. 73 – 137

SILVA, J. A. et al. Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato inferior. In: SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. A. **Reserva Genética Florestal Tamanduá**. Brasília – DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2006 b. p. 32 – 52.

SILVA, J. A. et al. Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato superior. In: SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. A. **Reserva Genética Florestal Tamanduá**. Brasília – DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2006 c. p. 14 – 31.

SILVESTRE, R. Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três fragmentos de floresta ombrófila mista no Estado do Paraná. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba - Paraná.

SINGH, H. P.; BATISH, D. R. KOHLI, R. K. Autotoxicity: concept, organisms, and ecological significance. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 18, n. 6, p. 757 – 771, 1999.

SOLBRIG, O. T. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution**, Lawrence, v. 35, n. 6, p. 1080 – 1093, 1981.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal**: célula, tecidos, órgãos e plântula. Ponta Grossa: Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2003. 258 p.

STOOL, P.; BERGIUS, E. Pattern and process: competition causes regular spacing of individuals within plant populations. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 93, n. 2, p. 395 – 403, 2005.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968 – 1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 331 – 345, 1987a.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 359 – 366, 1987b.

TEIXEIRA, A. P.; ASSIS, M. A. Estrutura diamétrica e distribuição espacial de espécies arbóreas em uma mata de brejo no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 567 – 569, 2007.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, p. 445 – 457, 2008.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 203 p.

VOLPATO, M. M. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. 1994. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

WEBER, A.; REZENDE, S. M. R. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: histórico e situação atual. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PORTO, K.C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos**: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Editora Universitária, Recife. 1998. p. 9 – 19.

WILL, C. et al. Strong density-and diversity-related effects help to maintain tree species diversity in a neotropical forest. **The National Academy of Sciences of the USA**, Washington, 94, n. 4, p. 1252 – 1257, 1997.

WYATT, J. L.; SILMANN, M. R. Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. **Oecologia**, Berlin, v. 140, n. 1, p. 26 - 35, 2004.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New Jersey, v. 19, n. 13, p. 1467 – 1476, 1988